

Juin 2015

Bilan de huit années de suivi des tortues grosses têtes (*Caretta caretta*) par l'association Bwärä Tortues Marines et perspectives (sites de la Roche Percée et de la Baie des Tortues)



©Bwärä/Dominique Lafage

Kévin FOURNIERE¹

Théa JACOB²

Dominique LAFAGE¹



¹ Association Bwärä Tortues Marines, La Roche Percée, Bourail : associationbwara@gmail.com

² World Wide Fund for Nature, bureau Nouvelle-Calédonie, Parc Forestier Michel Corbasson, Nouméa : tjacob@wwf.nc

Bilan de huit années de suivi des tortues grosses têtes (*Caretta caretta*) par l'association Bwära Tortues Marines et perspectives

(sites de la Roche Percée et Baie des Tortues)

Kévin FOURNIERE, Théa JACOB, Dominique LAFAGE

Juin 2015

Rapport réalisé avec le soutien financier de :



Contact : associationbwara@gmail.com

Référence à citer : « Fournière, K., T. Jacob et D. Lafage. Bilan de huit années de suivi des tortues grosses têtes (*Caretta caretta*) par l'association Bwära Tortues Marines et perspectives (sites de la Roche Percée et de la Baie des Tortues). 2015. 58 p. + Annexes »

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement tous les membres, bénévoles, éco-gardes et éco-volontaires qui ont contribué, avec conviction, depuis la création de l'association en 2006 et au fil des années, à la protection des tortues *Caretta caretta* sur les plages de la Roche Percée et de la Baie des Tortues. Merci à tous ceux qui ont bravé les moustiques lors des rondes dans la nuit noire, marchant sur le sable durant plusieurs kilomètres pour assurer le suivi des traces, des pontes, et relever les mesures qui sont aujourd'hui exploitées dans ce travail d'analyse.

Merci à la Province Sud, dont la Direction de l'Environnement, et notamment Monsieur Emmanuel Coutures, chef du service de l'évaluation environnementale, ainsi que Madame Laurence Bachet, du Service Conservation de la Biodiversité, pour toute la confiance qu'ils portent au développement des projets de l'association.

Merci à la Mairie de Bourail pour son soutien à l'association contribuant à la réalisation des actions de conservation depuis plusieurs saisons de pontes.

Merci aux coutumiers de la tribu de Gouaro pour le chaleureux accueil qu'ils offrent à l'association depuis plusieurs années.

Merci à l'ASNNC pour leur précieux appui dès le début de l'aventure Bwără Tortues Marines.

Nous remercions enfin le ministère de l'Outre-Mer qui a soutenu financièrement la réalisation de ce rapport dans le cadre de l'IFRECOR.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
A. CONTEXTE.....	3
A.1. La Nouvelle-Calédonie.....	3
A.2. Les sites de la Roche Percée et de la Baie des tortues : aires de nidification de tortues <i>Caretta caretta</i>	5
A.3. L'association Bwärrä Tortues Marines, créée pour protéger les sites de pontes de la Roche Percée et la Baie des Tortues	8
A.4. Etat des connaissances.....	11
B. SUIVI DES TORTUES GROSSES TETES A BOURAIL : DONNEES RECOLTEES, ANALYSES ET DISCUSSION	15
B.1. Analyses relatives au suivi quantitatif de la population.....	17
B.2. Analyses relatives aux paramètres biologiques	26
B.3. Bilan et discussion	32
C. PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	41
C.1. Recommandations relatives aux protocoles de terrain et au relevé de données	41
C.2. Sensibilisation et protection des aires de nidification	47
CONCLUSION	52
BIBLIOGRAPHIE.....	54
ANNEXES.....	59
Annexe 1 : Règlementations relatives aux tortues marines	60
Annexe 2 : Autorisation de la Direction de l'Environnement de la province Sud.....	63
Annexe 3 : Clé de détermination des tortues marines (d'après CPS)	65
Annexe 4 : Fiche terrain pour la ronde.....	66
Annexe 5 : Fiche terrain suivi individuel.....	67
Annexe 6 : Fiche échantillonnage Nids.....	68
Annexe 7 : Protocoles de suivi	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Robustesse des données récoltées entre 2006 et 2014.....	16
Tableau 2 : Numéro de bague et année d’observation des tortues <i>Caretta caretta</i> ayant été recapturées au moins une fois au cours de deux saisons entre 2006 et 2014	25
Tableau 3 : Résumé du cycle de nidification des femelles <i>Caretta caretta</i> sur les sites de la Roche Percée (Bourail, Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Bundaberg, Australie).....	35
Tableau 4 : Longueur moyenne de la carapace des femelles <i>Caretta caretta</i> sur les sites de la Roche Percée (Bourail, Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Bundaberg, Australie).....	37
Tableau 5 : Temps d’incubation moyens des nids de <i>Caretta caretta</i> sur les sites de la Roche Percée (Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Australie).....	37
Tableau 6 : Nombre d’œufs par nid de <i>Caretta caretta</i> sur les sites de la Roche Percée (Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Australie)	38
Tableau 7 : Taux d’éclosion et d’émergence des nids de <i>Caretta caretta</i> sur les sites de la Roche Percée (Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Australie).....	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte Nouvelle-Calédonie (IEOM, 2008).	3
Figure 2 : Vue aérienne des sites de ponte de la Roche Percée et de la Baie Des Tortues (©Pierre Alain Pantz).....	5
Figure 3 : Zone Côtière Ouest (ZCO, 2009).....	6
Figure 4 : Mur de sable sur la plage suite au réensablement (©WWF/Théa Jacob)	7
Figure 5 : Description de <i>Caretta caretta</i> et caractéristiques spécifiques.....	12
Figure 6 : Distribution mondiale des aires de reproduction et de nidification de <i>Caretta caretta</i> (d’après SWOT, 2014).....	13
Figure 7 : Cycle de vie des tortues grosses têtes (modifié, d’après (Lanyon et al., 1989))	13
Figure 8 : Evolution du nombre total de traces par saison, de 2006 à 2014.....	17
Figure 9 : Evolution saisonnière du nombre de traces de tortues de 2006 à 2014	18
Figure 10 : Evolution du nombre de pontes de 2006 à 2014	19
Figure 11 : Evolution du nombre de montées et de pontes entre 2006 et 2014.....	19
Figure 12 : Evolution saisonnière du nombre de pontes de tortues de 2006 à 2014	20
Figure 13 : Evolution du taux de réussite des pontes de 2006 à 2014.....	20
Figure 14 : Evolution du taux de tortues observées entre 2006 et 2014.....	21

Figure 15 : Evolution du nombre de tortues différentes observées entre 2006 et 2014	22
Figure 16 : Evolution du nombre moyen de pontes par tortue entre 2006 et 2014.....	22
Figure 17 : Intervalles intra-saisonniers de ponte sur les huit années de suivi	24
Figure 18 : Mesure de la carapace, CCL (Bolten, 1999).....	26
Figure 19 : Proportion des tortues dans chaque classe de taille (classes de 5 cm) de 2006 à 2014 (méthode CCL).....	26
Figure 20 : Variation des temps d'incubation selon l'année de suivi.....	27
Figure 21 : Temps d'incubation moyens par saison	28
Figure 22 : Nombre d'œufs estimés par nid après émergence par année de suivi	29
Figure 23 : Nombre d'œufs moyen estimés par année de suivi	29
Figure 24 : Taux d'éclosion sur les huit années de suivis	30
Figure 25 : Taux d'émergence sur les huit années de suivi.....	30
Figure 26 : Taux moyens d'œufs éclos et émergés sur les huit années de suivi	31

INTRODUCTION

Il y a plus de 110 millions d'années au crétacé supérieur, les tortues conquièrent les océans (Hirayama, 1998). Les populations semblent avoir été très abondantes il y a encore quelques milliers voire quelques centaines d'années. Les impacts générés par les activités humaines ont progressivement engendré une réduction des populations des tortues marines à tous les stades de développement. Aujourd'hui, les 7 espèces de tortues marines existantes sont toutes classées sur la Liste Rouge de l'IUCN des espèces menacées et à l'Annexe 1 de la convention CITES (IUCN, 2014).

La Nouvelle-Calédonie est le deuxième plus vaste ensemble récifal au monde, dont une partie est inscrite depuis juillet 2008 au patrimoine mondial de l'UNESCO. Elle abrite des écosystèmes dotés d'une biodiversité marine exceptionnelle. Son environnement offre un habitat riche pour plusieurs espèces marines en danger, notamment les tortues. Trois d'entre elles sont présentes dans les eaux calédoniennes (tortue caouanne, tortue verte, tortue imbriquée) et deux pondent sur les plages du territoire avec certitude (tortue verte et tortue caouanne). Les tortues luths et olivâtres sont occasionnellement observées au large des côtes calédoniennes. Cependant comme un peu partout dans le monde, les populations de tortues présentes en Nouvelle-Calédonie se sont fragilisées et doivent faire face à de nombreuses menaces.

Les réglementations nationales et territoriales (cf. Annexe 1) ont contribué à freiner le déclin des populations en interdisant la chasse et la commercialisation de ces espèces. Les seuls prélèvements autorisés sur dérogation à ce jour concernent les cérémonies coutumières où des tortues sont pêchées pour être consommées. A l'heure actuelle, il semble que la taille des populations à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie diminue de manière importante (Limpus, 2008). Il est de ce fait primordial de mettre en place des actions efficaces localement et régionalement, conjointement élaborées par les acteurs concernés, permettant d'améliorer le niveau des connaissances et l'état de santé de ces populations dans le Sud-Ouest de l'Océan Pacifique.

L'association Bwără Tortues Marines a vu le jour en 2006. Elle œuvre pour la protection des tortues marines sur les plages de la Baie des Tortues et de la Roche Percée, dans la commune de Bourail, qui est le plus important site de ponte de tortues caouannes (*Caretta caretta*, dit « grosse tête ») en Nouvelle-Calédonie. La protection de ces sites de ponte et la sensibilisation sont les principales activités de l'association. Afin d'étoffer les connaissances existantes sur cette espèce et de suivre la fréquentation des sites de pontes, Bwără effectue depuis sa création des suivis permettant de recueillir de nombreuses données notamment sur les traces, l'identification des individus et les nids.

Ce bilan établit un état des lieux des huit années de suivi des tortues grosses têtes par l'association sur les sites de la Roche Percée et de la Baie des Tortues. Les résultats apportés et les suivis à venir pourront optimiser le travail de l'association pour la préservation des tortues marines fréquentant ce site à enjeu. Il est important de mentionner que les tortues marines étant des espèces à maturité sexuelle tardive, huit ans de suivi ne permettent pas de déceler des évolutions certaines dans la fréquentation des sites de ponte étudiés.

Ce document invite également à définir de nouveaux objectifs pour les futures saisons de suivi des tortues. L'objectif global étant de mieux protéger et de comprendre la dynamique de la population présente sur les plages de la Roche Percée et de la Baie des Tortues, et donc de récolter des informations robustes et pertinentes pour une bonne gestion et suivi du site.

A. CONTEXTE

A.1. La Nouvelle-Calédonie

A.1.1. Un archipel mélanésien situé dans le Sud-Ouest du Pacifique

La Nouvelle-Calédonie s'étend sur une superficie de 18 575 km². Elle fait partie de l'ensemble mélanésien de l'océan Pacifique, situé dans la mer de Corail. Cet archipel comprend la Grande Terre, les îles Loyautés (Ouvéa, Lifou et Maré), l'archipel des îles Belep, l'île des Pins et quelques îlots lointains (Figure 1). La Nouvelle-Calédonie est divisée administrativement en quatre collectivités : la Province Nord, la Province Sud, la Province des Îles Loyauté et le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.



Figure 1 : Carte Nouvelle-Calédonie (IEOM, 2008).

A.1.2. Une démographie inégalement répartie

Deux cent soixante mille habitants sont estimés au 1^{er} janvier 2013 par l'ISEE Nouvelle-Calédonie, ceux-ci se répartissent très inégalement (7 % vivent aux Iles Loyauté, 18 % dans la province Nord, 75 % dans la province Sud qui regroupe ainsi environ trois quarts de la population calédonienne sur seulement un peu plus d'un tiers du territoire). Au sein même de cette dernière province, on observe une forte concentration à Nouméa et dans son agglomération. Le Grand Nouméa regroupe 67 % de la population totale sur moins d'1/10^{ème} de la surface de l'archipel.

A.1.3. Un haut-lieu de la biodiversité reconnu mondialement

L'ancienneté de son isolement, sa géographie et son histoire géologique particulière font de ce lieu un hot spot de biodiversité reconnu au niveau mondial (Myers et al., 2000). Initialement la Nouvelle-Calédonie faisait partie du supercontinent « Gondwana » qui comprenait entre autre l'Australie et l'Antarctique. Elle s'est détachée vers la fin du Crétacé, ce qui a eu pour effet d'isoler faune et flore qui ont pu évoluer de façon spécifique. Ceci explique un fort taux d'endémisme terrestre et une biodiversité sous-marine remarquable. Les lagons calédoniens couvrent une surface de près 24 000 km². Ils sont délimités et protégés par un vaste récif ceinturant la Grande-Terre : une barrière de corail longue de 1 600 km, le plus long récif continu du monde.

La valeur universelle exceptionnelle de ces lagons a été reconnue en juillet 2008, puisque six sites ont été inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO: la zone du Grand Lagon Sud, la zone côtière Ouest qui inclut les plages de la Roche Percée et de la Baie des Tortues, la zone Ouvéa et Beautemps-Beaupré, la zone côtière Nord-Est, la zone du Grand Lagon Nord et la zone des récifs d'Entrecasteaux.

A.2. Les sites de la Roche Percée et de la Baie des tortues : aires de nidification de tortues *Caretta caretta*

Le site de la Roche Percée (Figure 2) fait partie de la Zone Côtière Ouest (ZCO), une des six zones de Nouvelle-Calédonie inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO en raison notamment de sa forte biodiversité et de la présence d'espèces emblématiques (tortues, requins, dugongs...).

Ce site est considéré comme le plus important site de ponte de tortues grosses têtes de Nouvelle-Calédonie et le second site du Pacifique Sud-Ouest après Bundaberg sur la plage de Mon Repos, en Australie (Limpus et al., 2003).



Figure 2 : Vue aérienne des sites de ponte de la Roche Percée et de la Baie Des Tortues (©Pierre Alain Pantz).

Sur la ZCO, le récif barrière borde le littoral de manière très étroite, créant un petit lagon peu accessible à la navigation (Figure 3). Cette zone se caractérise également par la présence de mangroves aux extrémités nord et sud de la zone. Le long du littoral de nombreux herbiers peu profonds sont implantés ; ils constituent, entre la Baie de Gouaro et la Baie des tortues, un site d'alimentation pour une petite population de tortues vertes.

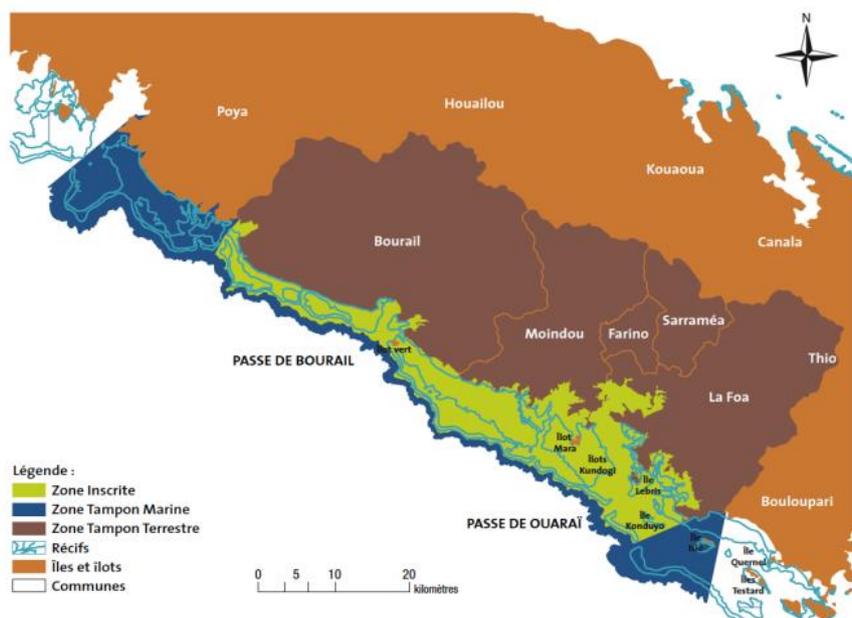


Figure 3 : Zone Côtière Ouest (ZCO, 2009)

Historique du site de la Roche Percée

Lors de la seconde guerre mondiale, des Européens s’installèrent sur le site de la Roche Percée. Les forces alliées, USA-Australie-Nouvelle-Zélande, débarquèrent en Nouvelle-Calédonie et notamment à Bourail. Leur installation engendra du déboisement. Une lettre d’un soldat néo-zélandais adressée à son épouse a été retrouvée dans les archives de l’époque. Celle-ci témoigne de la venue d’une importante population de tortues marines sur la plage de la Roche Percée. A cette époque, il semble que l’on pouvait observer près d’une cinquantaine de tortues caouannes et vertes chaque nuit pendant la saison de ponte. A l’heure actuelle, ce ne sont plus qu’une cinquantaine de tortues caouannes qui sont comptabilisées lors d’une saison entière. Depuis 2006, aucune tortue verte n’a été observée sur ce site.

Après la guerre, un agriculteur sollicita auprès de la mairie le droit d’installer son bétail sur la presqu’île alors inhabitée. Il créa par la suite deux lotissements (les lotissements Drémon et Cazaux). A présent, environ 120 familles résident sur la presqu’île de la Roche Percée.

La mairie décida en 1995 de goudronner une route à la même hauteur que la piste de bord de mer afin de faciliter l’accès aux riverains, bloquant ainsi le flux de la rivière Néra par ce chemin naturel et modifiant le passage de l’écoulement par une unique sortie, le long de la pointe Vidoire (embouchure actuelle). Ces travaux ont bouleversé le processus sédimentaire naturel entre l’embouchure de la Néra et la plage, désensablant petit à petit la plage de la Roche Percée. Le cyclone Béti fit peu de temps après de nombreux ravages en inondant entièrement la plaine

bouraillaise et la presqu'île de la Roche Percée, emportant ainsi une grande partie de la plage. La mer arrivait alors jusqu'à la route et les habitations. Ceci incita la province Sud à enrocher 500 mètres de plage. Malheureusement, lors des hautes marées, la mer touchait l'enrochement, entraînant de nombreuses difficultés pour les tortues venant pondre. En 2005-2006, l'association Bwără interpella la province Sud sur l'impact négatif de l'enrochement et sollicita cette dernière afin de réensabler la plage. Les travaux de réensablement commencèrent en 2010. Le sable fut prélevé dans la rivière à l'entrée de la presqu'île. Ce dernier n'ayant été ni trié ni lavé, le sol se durcit fortement et un mur de sable empêcha la plupart des tortues de venir pondre sur le site pendant plus d'une saison (Figure 4).



Figure 4 : Mur de sable sur la plage suite au réensablement (©WWF/Théa Jacob)

En deux ans l'action conjointe des grosses vagues hivernales et des hautes marées cassèrent la dune de sable dur, laissant davantage de place pour la ponte des tortues.

A.3. L'association Bwärä Tortues Marines, créée pour protéger les sites de pontes de la Roche Percée et la Baie des Tortues

A.3.1. Historique

L'association Bwärä Tortues Marines a été créée le 22 septembre 2006 par Messieurs Fabrice Jalier, Emmanuel Hernu et Dominique Lafage en réponse à la problématique de la dégradation des sites de ponte de la plage de la Roche Percée et de la Baie des Tortues.

En effet, le constat est alors alarmant. La presqu'île de la Roche Percée est un terrain de divertissement pour de nombreux usagers. Ces derniers, souvent non avertis, pratiquent des activités pouvant perturber le déroulement des pontes et des émergences des tortues. La plage est le théâtre de nombreuses nuisances telles que l'usage de quads ou voitures sur toute la plage, le camping sauvage, les feux et les chiens errants impactant les nids de tortues. C'est en outre la présence de chiens en grand nombre et leur impact considérable sur les nids qui a en premier lieu motivé la création de l'association. Toutes ces activités constituent une menace sérieuse pour la pérennité du lieu de ponte.

C'est ainsi qu'est née la volonté de l'association Bwärä Tortues Marines d'agir activement pour la préservation de ces deux sites de pontes, et la protection des tortues marines venant y nidifier.

A.3.2. Objectifs de l'association

Bien qu'étant focalisée sur la protection des tortues marines nidifiant à Bourail, l'association s'engage dans toutes formes d'actions visant à protéger et à valoriser le patrimoine marin et terrestre de la commune.

Afin de mener à bien son action de protection, l'association a pris appui auprès de scientifiques australiens expérimentés dans ce domaine, notamment le docteur Colin Limpus. Au niveau local, l'association a été soutenue financièrement et techniquement par l'Association de Sauvegarde pour la Nature de Nouvelle-Calédonie (ASNNC) et par l'Aquarium des Lagons à sa mise en place. Aujourd'hui, elle échange avec différentes structures œuvrant pour la préservation des tortues marines, telles que le WWF Nouvelle-Calédonie, l'Aquarium des Lagons, le Centre d'Initiation à

l'Environnement ; ou encore pour la conservation du patrimoine calédonien, comme le comité de gestion de la Zone Côtière Ouest.

Des éco-gardes et bénévoles de l'association sillonnent la plage de la Roche Percée et de la Baie des Tortues pendant toute la saison de ponte. Cette patrouille permet d'observer les montées des femelles sur la plage, de récolter des données scientifiques, mais surtout d'intervenir auprès des usagers de la plage si une nuisance est constatée. Le rôle des éco-gardes est alors de sensibiliser les usagers sur le dérangement potentiel qu'ils causent, et de les inviter à adopter un comportement le moins impactant possible pour les tortues marines.

La fréquentation touristique des sites de ponte ne cessant de s'accroître, la sensibilisation du grand public est indispensable afin de limiter ses impacts potentiels. De plus, communiquer in situ sur la biologie et les différentes menaces pesant sur ces espèces emblématiques permet une bonne appropriation de ces enjeux par le public.

La province Sud disposant d'une réglementation sur l'approche et la manipulation des tortues marines afin de préserver ces espèces menacées, Bwära dispose chaque année d'une dérogation de cette dernière afin de pouvoir effectuer le suivi de la population pendant toute la saison de ponte (cf. Annexe 2).

A.3.3. Fonctionnement de l'association

L'association comprend un bureau composé de six membres élus pour trois années par l'Assemblée Générale. Il se compose en novembre 2014 d'un président, Monsieur Dominique Lafage, d'un vice-président, Monsieur Emmanuel Hernu, d'une secrétaire, Mme Michelle Desffois, d'une secrétaire adjointe, Madame Laetitia Fritsch, d'une trésorière, Mme Stéphanie Montané, et d'un trésorier adjoint, Monsieur Sébastien Fritsch.

L'association dispose d'un terrain de 50 ares à proximité de la plage de la Roche Percée, loué à la mairie de Bourail. Ce terrain est équipé d'un bungalow servant de bureau pour accueillir les éco-gardes et bénévoles qui campent durant la saison de ponte. C'est également le lieu d'implantation de la pépinière mise en place par l'association.

L'association est composée de membres s'engageant par des actions, en participant aux rondes par exemple, et de membres dits « bienfaiteurs » qui soutiennent l'association par le versement d'une cotisation annuelle.

A chaque saison de ponte, un ou plusieurs éco-gardes sont engagés afin d'effectuer les rondes quotidiennes sur les sites de nidification. Ils sensibilisent les usagers de la plage de la Roche Percée et sont en charge de récolter les données scientifiques sur le terrain, en respectant le protocole en vigueur. Enfin, selon les disponibilités, des éco-volontaires accompagnent les éco-gardes pour les rondes.

A.4. Etat des connaissances

A.4.1. Les tortues marines de Nouvelle-Calédonie

Les eaux de la Nouvelle-Calédonie abritent 5 des 7 espèces de tortues marines encore présentes sur notre planète aujourd'hui. La tortue caouanne (*Caretta caretta*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) qui font partie de la famille des Cheloniidae, et la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) seule représentante de la famille des Dermochelyidae. Seules les tortues caouannes et vertes pondent de façon certaine sur le territoire. La tortue imbriquée est fréquemment observée dans le lagon, les tortues olivâtres et luths sont quant à elles observées en mer ponctuellement. Une clé de détermination des tortues marines présentes en Nouvelle Calédonie est exposée en Annexe 3.

Aujourd'hui toutes les espèces de tortues marines sont protégées en Nouvelle-Calédonie et une réglementation stricte s'applique à ces espèces (cf. Annexe 1).

A.4.2. La tortue grosse tête ou tortue caouanne

La tortue *Caretta caretta* est aujourd'hui la seule espèce de tortue venant pondre sur les sites de la Roche Percée et de la Baie des Tortues. Aucune ponte de tortue d'une autre espèce n'a été observée depuis la création de l'association Bwără en 2006.

❖ Description de l'espèce

Taxonomie : *Caretta caretta*

- CLASSE : REPTILIA
- ORDRE : TESTUDINES
- FAMILLE : CHELONIIDAE
- ESPECE : *Caretta Caretta* (LINNAEUS, 1758)

Décrite par Linné en 1758 sous le nom de *Testudo caretta*, elle a depuis porté plus de 35 noms différents (Dodd et al., 1988). De son nom scientifique *Caretta caretta*, on la surnomme en français « tortue caouanne » et « tortue grosse tête » en Nouvelle-Calédonie.

La tortue grosse tête doit son nom à sa tête et son bec qui sont relativement plus imposants que chez les autres espèces. Comme chez toutes les tortues marines, la tête de la tortue caouanne n'est pas rétractable. Elle possède généralement une dossière brune rougeâtre. La carapace de la tortue adulte est épaisse et kératinisée (Pritchard, 1979; Dodd et al., 1988). Sa carapace est souvent décrite

comme étant en forme de cœur (cordiforme). Elle possède cinq plaques osseuses vertébrales et la plupart du temps cinq paires de plaques costales. Elle est dotée de 12 à 13 paires de plaques marginales et d'une plaque nucale qui rejoint les deux premières plaques costales (Wyneken et al., 2001) (Figure 5).

Nom scientifique : *Caretta caretta*
Taille moyenne de la carapace (adulte) : 1 m
Poids moyen (adulte) : 120 kg (peut dépasser 200 kg)
Habitat : les mers tropicales, subtropicales et tempérées
Ponte en Nouvelle Calédonie : oui
Alimentation (adulte) : carnivore (crustacés, mollusques, poissons et échinodermes)

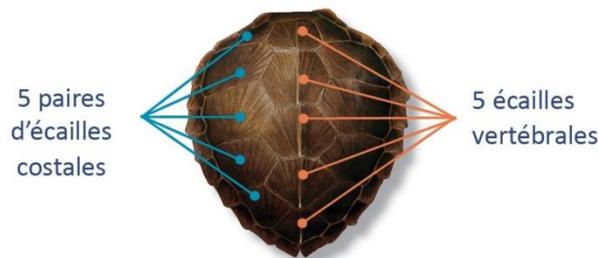


Figure 5 : Description de *Caretta caretta* et caractéristiques spécifiques

Caretta caretta possède deux lignées qui auraient divergées il y a environ 3 millions d'années. L'une vivait dans les océans Pacifique et Indien, l'autre, dans l'océan Atlantique et la Méditerranée (Bowen, 2003; Bowen et al., 2007). Deux brassages sont survenus entre les deux lignées, il y a environ 250 000 et 12 000 ans, permettant d'éviter que les deux groupes deviennent deux espèces distinctes. Il n'existe donc pas de sous-espèce reconnue à ce jour (Dodd et al., 1988; Bowen, 2003; Bowen et al., 2007). Des études génétiques ont confirmé le fait que les tortues caouannes femelles retournent près de leur plage natale pour s'accoupler et pondre (Bowen et al., 2007).

❖ Distribution de l'espèce

La tortue caouanne réside dans les régions tempérées et tropicales des océans Atlantique, Pacifique et Indien. Elle utilise à la fois les zones océaniques de pleine mer et les zones néritiques correspondant au plateau continental (Bolten, 2003). La majorité des plages de nidification de la tortue grosse tête du Pacifique se trouvent dans l'Est de l'Australie, en Nouvelle-Calédonie (Limpus et al., 2003) et au Japon (Hatase et al., 2002; Bowen, 2003; SWOT, 2011) (Figure 6).

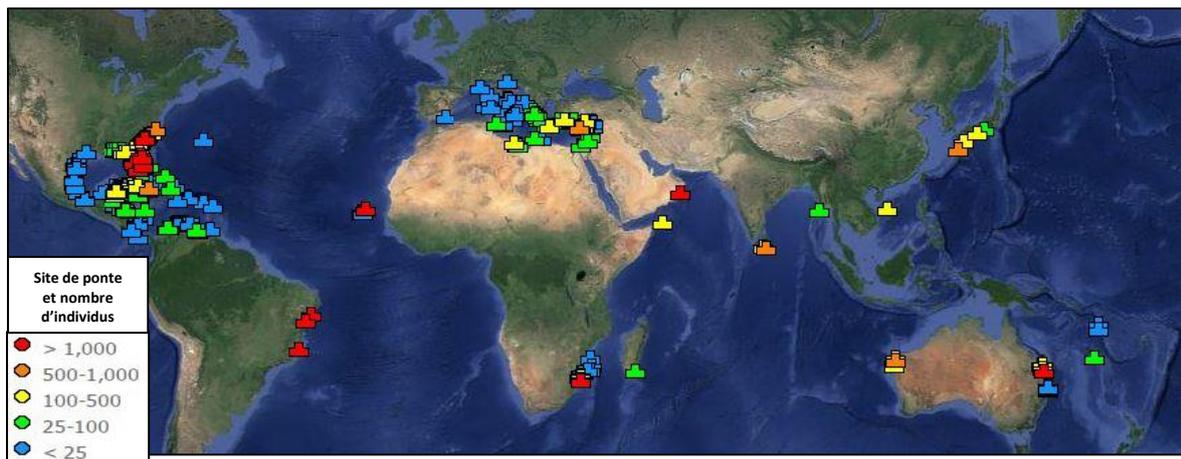


Figure 6 : Distribution mondiale des aires de reproduction et de nidification de *Caretta caretta* (d'après SWOT, 2014)

❖ Cycle de vie

Le cycle de vie des tortues grosses têtes et des tortues marines en général intègre à la fois le milieu marin et le milieu terrestre (Figure 7). Les femelles quittent en effet la mer pour nidifier à proximité ou sur les plages mêmes où elles sont nées plusieurs années auparavant (Bustard, 1972; Limpus et al., 1984; Limpus, 1985; Limpus, 1994). Ce phénomène est communément appelé « homing ». Les mâles quant à eux, ne quittent jamais la mer (ou de manière exceptionnelle).



Figure 7 : Cycle de vie des tortues grosses têtes (modifié, d'après (Lanyon et al., 1989))

Comme pour toutes les espèces de tortues marines, les connaissances sur leur biologie ne sont pas parfaitement établies. Aujourd'hui, des incertitudes persistent, notamment sur la phase pélagique des immatures, appelée à ce titre « the lost years ».

B. SUIVI DES TORTUES GROSSES TÊTES A BOURAIL : DONNEES RECOLTEES, ANALYSES ET DISCUSSION

Aucune étude portant sur l'évolution des pontes de tortues caouannes n'a été réalisée en Nouvelle-Calédonie à ce jour. Cette étude est donc la première à présenter huit années de suivi sur un site de ponte calédonien de tortues grosses têtes, présumé un des plus importants du territoire. Le suivi s'est effectué exclusivement sur les femelles nidifiant.

Partout dans le monde, l'effort de suivi des populations est plus important sur les sites de ponte, via notamment le suivi de traces et l'identification des femelles nidifiant, car l'étude d'individus sur leur site d'alimentation requiert des techniques de capture et de plongée complexes et coûteuses.

Les patrouilles organisées matin et soir sur la plage permettent de récolter de nombreuses informations. Ces données approfondissent les connaissances sur les caractéristiques des femelles nidifiant à Bourail et leur évolution, et pourront participer à la mise en place de mesure de gestion appropriées.

De 2006 à 2014, le suivi des sites de ponte de Bourail a été effectué par les équipes de l'association Bwără. Cette prospection a été réalisée, chaque saison, sur les plages de la Roche Percée et de la Baie des Tortues, de novembre à mai. Lors de l'observation d'une tortue, d'une trace ou d'un nid, de nombreuses données ont été récoltées. Le travail d'analyse de données présenté dans ce bilan dresse un état des lieux et évalue des tendances potentielles sur les huit saisons de suivi de cette espèce. Il est important de mentionner que les tortues marines étant des espèces à maturité sexuelle tardive, huit ans de suivi ne permettent pas de déceler des évolutions certaines dans la fréquentation des sites de ponte étudiés. Ces relevés ont été analysés graphiquement et statistiquement grâce aux logiciels Excel© et de statistiques R©.

Toutes les analyses concernent exclusivement la plage de la Roche Percée. En effet, le suivi des tortues sur la plage de la Baie des Tortues n'a pas été suffisamment constant au cours de ces huit années pour être exploité dans les analyses actuelles. Néanmoins, ces données serviront pour les analyses futures car l'effort de suivi est constant depuis la saison 2009.

Ci-après est présenté le tableau récapitulatif de la qualité des données récoltées au cours des huit années de suivi (Tableau 1). Seules les données robustes ont été utilisées pour les analyses effectuées dans ce rapport.

Tableau 1 : Robustesse des données récoltées entre 2006 et 2014

	RONDES			TORTUES										
	Date	Heure	Nombre de personnes rencontrées sur la plage	MONTEES										
				Repère de la trace	Avec ponté / Sans ponté	Traces	Tortue Observée / Non observée	Numéro de bague (avant gauche)	Numéro de bague (avant droite)	Date de mise de la bague	Numéro PITTAG	Longueur de la carapace	Largeur de la carapace	Hauteur nid à la surface
2006/2014	xxxx	xxx	xxx	xx	xx	xxxx	xxxx	xxx	xxx	xxxx	xxxx	xx	xx	xx
	TORTUES													
	MONTEES				EMERGENCES									
	Cage	Blessures / Aucune blessure	Type de blessure	nid déplacé	Date 1ère émergence	Temps d'incubation	Nombre de traces	Nombre de bébés vivants	Nombre de coquilles vides	Nombre de bébés morts	Nombre d'oeufs non développés + non fécondés	TOTAL œufs	Nombre d'œufs observés si déplacement du nid	
2006/2014	xxxx	xx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	xxx	xxx	x	xxxx	

Données moyennes :

x : peu fiables

xx : assez fiables

xxx : fiables

xxxx : très fiables

B.1. Analyses relatives au suivi quantitatif de la population

B.1.1. Evolution des montées et des pontes de 2006 à 2014

❖ Suivi des traces

Lors des prospections de terrain quotidiennes, un comptage matinal des traces de montées de tortues venues pendant la nuit a été systématiquement relevé avant le passage d'activités humaines. Toutes les traces ont été identifiées comme appartenant à l'espèce *Caretta caretta*.

Pour chaque trace rencontrée (une trace correspondant à une montée + une descente), l'activité de ponte a été évaluée :

- Ponte avérée
 - Tentative de ponte
 - Aller-retour sans ponte
- } Sans ponte

Le nombre de traces total par saison est indiqué en Figure 8.

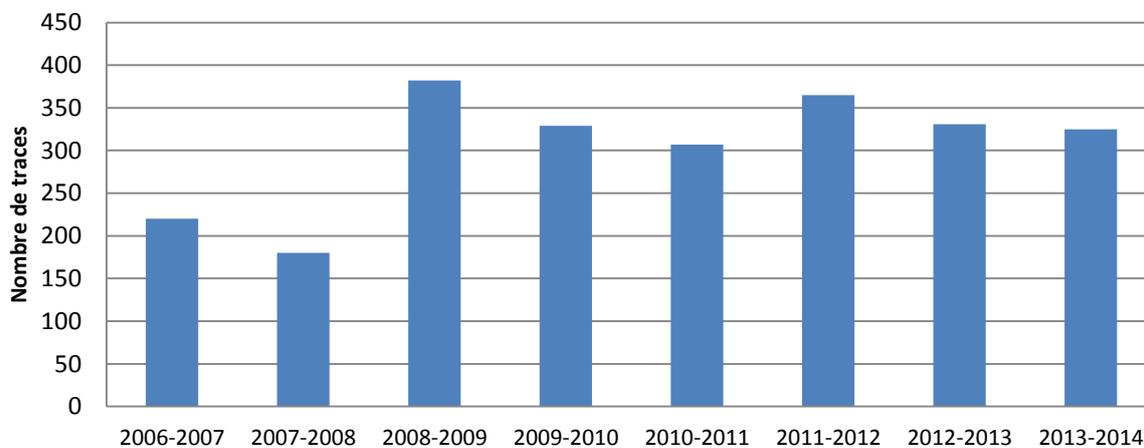


Figure 8 : Evolution du nombre total de traces par saison, de 2006 à 2014

La moyenne annuelle est de 305 traces (± 70 , min=180, max=382, n=8). Le nombre de traces a fluctué durant les huit saisons. Une moyenne annuelle de 200 traces (min=180, max=220) a été observée en 2006-2007 et 2007-2008, ce nombre augmente à partir de la saison 2008-2009 en passant à 382 traces. Le nombre de traces devient relativement stable à partir de cette date, soit en moyenne 340 traces par saison entre 2008-2009 et 2013-2014.

❖ Saisonnalité

En comparant les huit saisons, peu de différences sont observées dans la distribution intra saisonnière du nombre de traces (Figure 9).

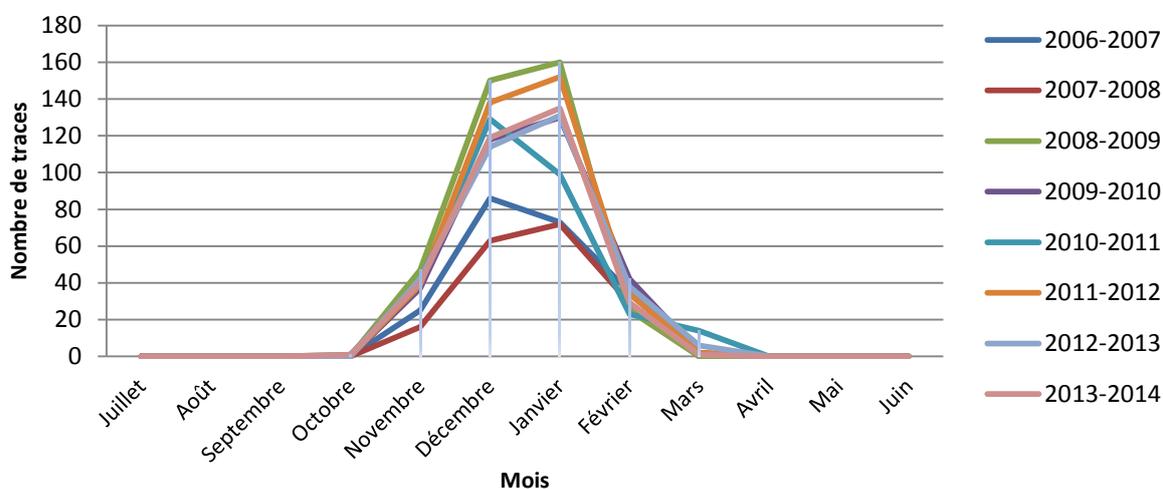


Figure 9 : Evolution saisonnière du nombre de traces de tortues de 2006 à 2014

Le début de la saison de ponte des tortues a lieu dès la fin octobre ou début novembre. Le pic du nombre de traces est observé durant les mois de décembre et janvier quelle que soit l'année de suivi. Enfin, la saison se termine entre le début et la fin mars. La période des montées s'étale approximativement sur 4 à 5 mois. Il n'y a donc pas de variation au niveau de la périodicité des montées de tortues pour ces huit saisons. Les dates de début et de fin de saison, la durée de la saison ainsi que le pic de montées sont semblables de 2006 à 2014.

❖ Suivi des pontes

Parallèlement au comptage de traces, les activités de ponte ont été recensées. Les pontes ont majoritairement lieu la nuit. En effet, moins de 5 % d'entre elles ont eu lieu pendant la journée.

Le nombre moyen de ponte par saison est de 182 (± 38 , min=162, max=224, n=8). Le nombre de pontes sur le site de la Roche Percée a également fluctué durant les huit saisons de suivi (Figure 10). Celui-ci varie de 125 pontes en 2006-2007 à 224 pontes en 2013-2014. Une augmentation du nombre de pontes a eu lieu en 2008-2009 (206 pontes), alors qu'une baisse s'observe en 2010-2011 (162 pontes) avant de ré-augmenter à partir de la saison suivante. Ces variations sont proportionnelles à celles observées pour les traces au cours de cette même période.

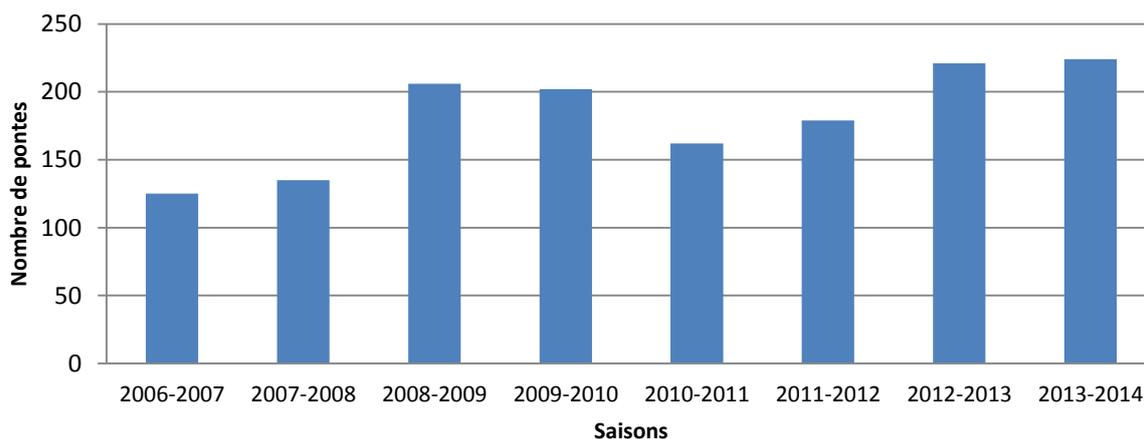


Figure 10 : Evolution du nombre de pontes de 2006 à 2014

Les évolutions du nombre de traces et de pontes suivent les mêmes variations, à part pour l'année 2012-2013 (Figure 11). Les intervalles entre le nombre de traces et de pontes illustrent le succès de ponte, c'est-à-dire le nombre de fois qu'une tortue va monter sur la plage pour effectuer une ponte.

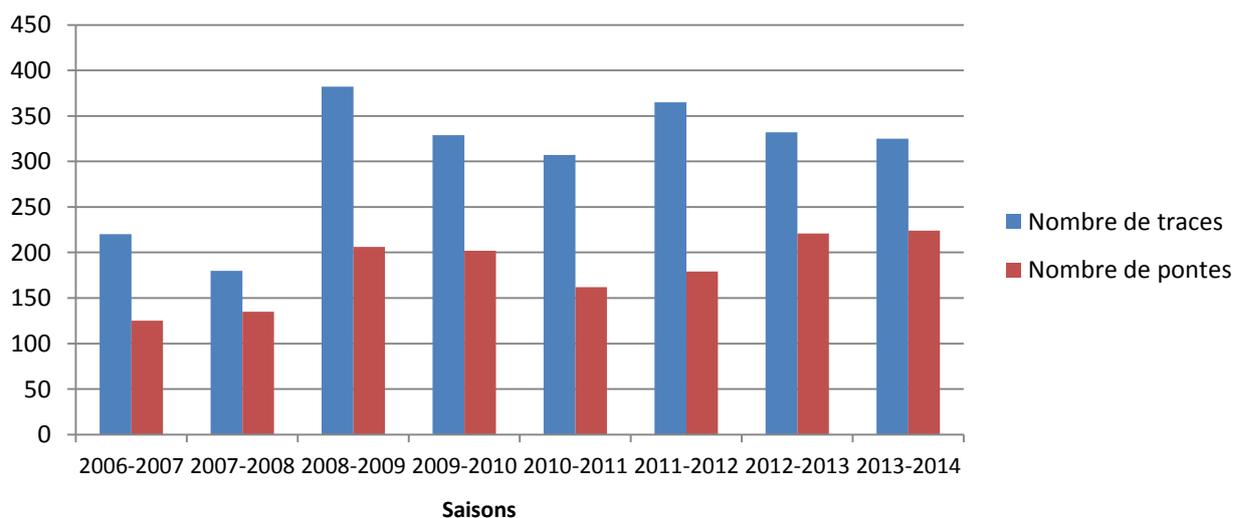


Figure 11 : Evolution du nombre de montées et de pontes entre 2006 et 2014

Les pontes ont eu lieu pendant approximativement quatre mois (Figure 12). La période des pontes présente la même saisonnalité que celle des traces.

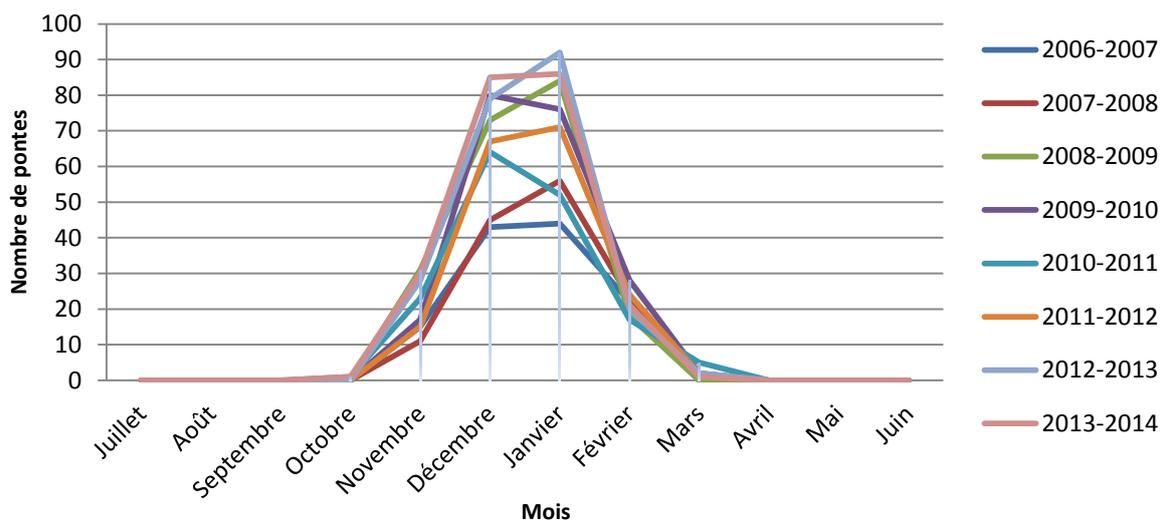


Figure 12 : Evolution saisonnière du nombre de pontes de tortues de 2006 à 2014

❖ Succès de ponte

Le taux de réussite des pontes (succès de ponte) est défini comme étant le rapport entre le nombre total de pontes sur le nombre total de traces.

La moyenne annuelle du succès de ponte est de 61% ($\pm 9\%$, min=49%, max=75%, n=8). Le succès de ponte a fluctué au fil des saisons (Figure 13), passant de 75% en 2007/2008 à 49% en 2011/2012, suivi d'une augmentation jusqu'en 2013/2014 avec un taux de 69%.

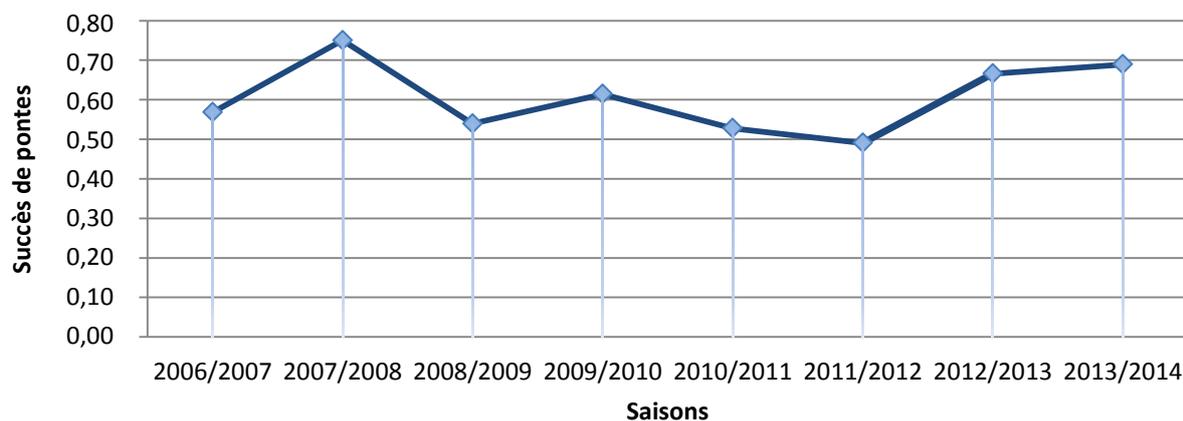


Figure 13 : Evolution du taux de réussite des pontes de 2006 à 2014

B.1.2. Suivi individuel des tortues grosses têtes de 2006 à 2014

Les femelles rencontrées au cours des rondes ont été comptabilisées et identifiées durant les huit années de suivi. Les patrouilles se sont déroulées la plupart du temps entre 20h30 et 01h00 du matin pour la ronde du soir et à partir de 05h00 du matin pour la ronde du matin. Les tortues ont été identifiées grâce aux bagues posées au niveau d'une ou des deux nageoires antérieures. Chaque tortue baguee possède de ce fait un numéro unique. Certaines tortues ont également été « pitées » (puce électronique) pendant deux saisons (2010/2011 – 2011/2012). La pose de PIT (Passive Integrated Transponder) a toutefois été abandonnée à partir de la saison 2012/2013 pour des raisons de faisabilité (complexité pour la pose du PIT) et de recommandation au niveau régional par le Programme Régional Océanien pour l'Environnement (PROE).

❖ Taux d'observation et identification des tortues grosses têtes

Les rondes ont permis d'observer et d'identifier, en moyenne par saison, 33% des montées de tortues sur la plage de la Roche Percée (Figure 14) ($\pm 7\%$, min=23%, max=44%, n=8). Ce taux d'observation est défini comme étant le ratio du nombre de tortues vues sur le nombre de montées total observées. Malgré une diminution significative de près de 50% du taux de montées observées entre 2007/2008 et 2008/2009 (passant de 44% à 23%), il n'y a pas de tendance observée au cours des huit années.

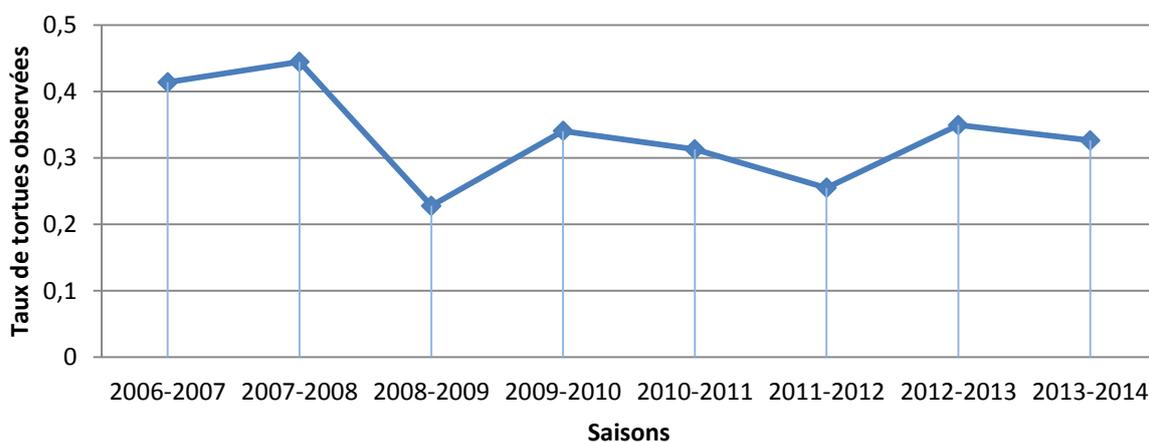


Figure 14 : Evolution du taux de tortues observées entre 2006 et 2014

280 tortues grosses têtes ont été baguees ou « pit-taguées » entre 2006 et 2014 sur la plage de la Roche Percée. Le nombre moyen de tortues différentes observées au cours de chaque saison ne varie pas significativement, avec une moyenne annuelle de 44 tortues (± 4 , min=37, max=49, n=8) (Figure 15).

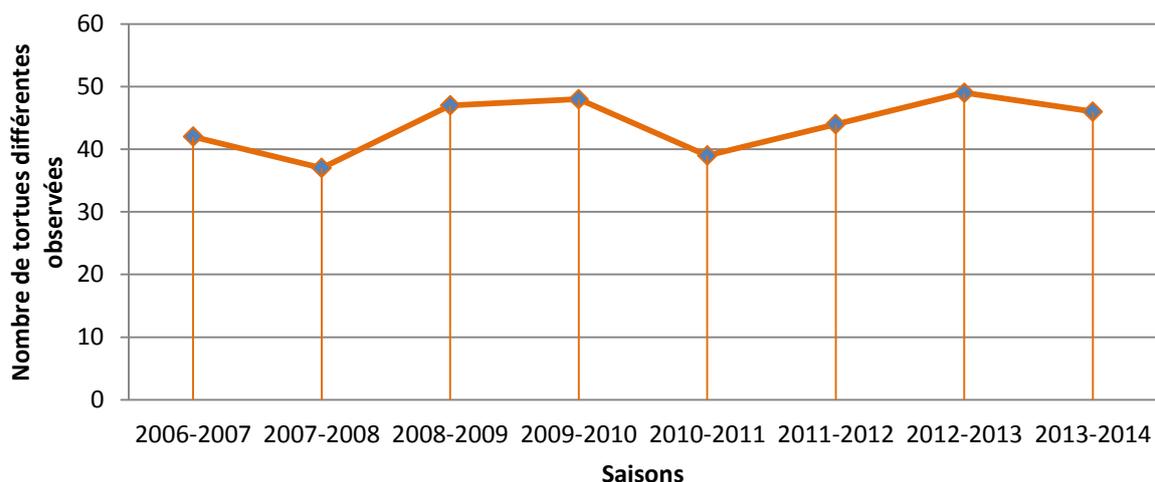


Figure 15 : Evolution du nombre de tortues différentes observées entre 2006 et 2014

Le fait de déterminer, grâce au marquage, le nombre de tortues dissemblables à chaque saison, associé au nombre de pontes total dénombrées pendant cette même période, permet d'estimer le nombre moyen de pontes effectuées par tortue au cours de chaque saison (Figure 16).

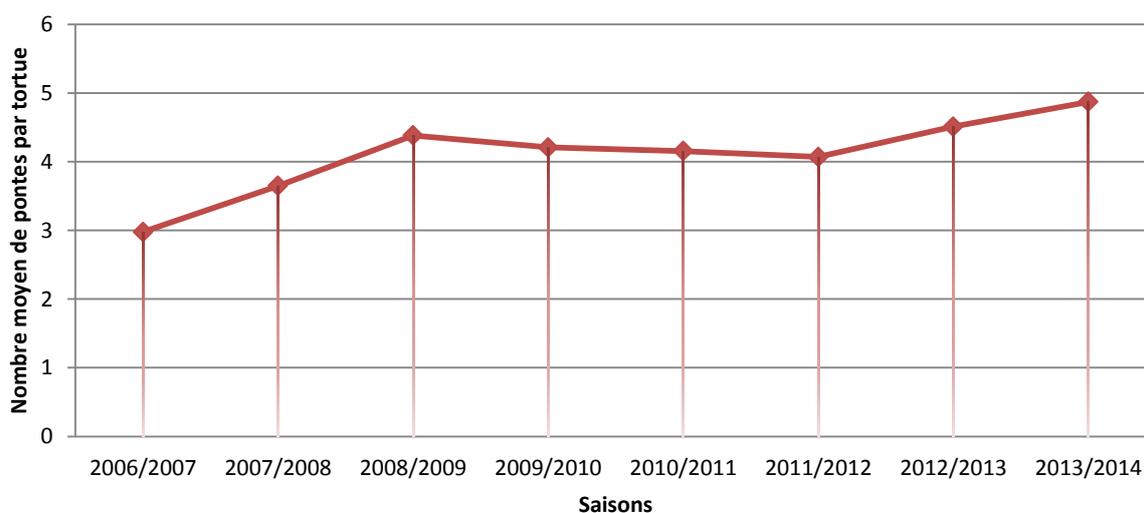


Figure 16 : Evolution du nombre moyen de pontes par tortue entre 2006 et 2014

Le nombre moyen de ponte par tortue et par saison est estimé à 4,10 ($\pm 0,58$, min=2,98, max=4,87, n=8). En observant l'évolution du nombre moyen de pontes par tortue, il semblerait que celle-ci tend à augmenter progressivement au fil des saisons passant de 2,98 en 2006/2007 à 4,87 en 2013/2014. Cependant une diminution relativement faible est observée entre 2008/2009 (4,38 pontes par tortue) et 2011/2012 (4,07 pontes par tortue). Ces résultats sont à interpréter avec beaucoup de précaution, car seulement 33% des montées de tortues sont observées. Le nombre de ponte par tortue est donc probablement surestimé.

❖ Intervalles de ponte inter et intra-saisonniers : données de Capture Marquage Recapture (CMR)

A ce jour, 66 % des 280 tortues identifiées ont été recapturées au moins une fois au cours des huit saisons de suivi.

Intervalle de ponte inter-saisonnier :

L'intervalle de ponte inter-saisonnier se définit comme la période qui sépare deux saisons de ponte successives pour une même tortue.

20% des tortues identifiées ont été recapturées au moins une fois au cours de deux saisons sur la plage de la Roche Percée (56 individus). Si l'on se reporte à ces 56 tortues identifiées (Tableau 2), l'intervalle de temps moyen entre chaque saison de ponte (intervalle inter-saisonnier) est de 2,84 années ($\pm 1,27$, min=1, max=7, n=75).

Intervalle de ponte intra-saisonnier :

L'intervalle de ponte intra-saisonnier se définit par la période qui sépare deux pontes successives d'une même tortue au sein d'une même saison.

En moyenne 60 % des tortues baguées au cours d'une saison ont été recapturées au moins une fois durant cette même saison. L'intervalle moyen de ponte intra-saisonnier est de 15,14 jours ($\pm 1,44$, min=9, max=20, n=326). Concernant les tortues observées à plus de 25 jours d'intervalle, une médiane a été définie en se basant sur le fait que la tortue est revenue pondre entre temps sans avoir été observée.

La variation annuelle des intervalles intra-saisonniers est présentée sous la forme d'un graphique appelé « boîte à moustache » (Figure 17). Cette représentation permet de visualiser le profil d'une série statistique en présentant quelques caractéristiques telles que :

- ❖ La médiane (en jaune)
- ❖ 1er quartile (en vert) sépare les 25 % inférieurs des données
- ❖ 3e quartile (en rouge) sépare les 25 % supérieurs des données
- ❖ Ecart interquartile (en bleu) représente 50% de l'ensemble des observations.
- ❖ Valeurs extrêmes (cercle noir)

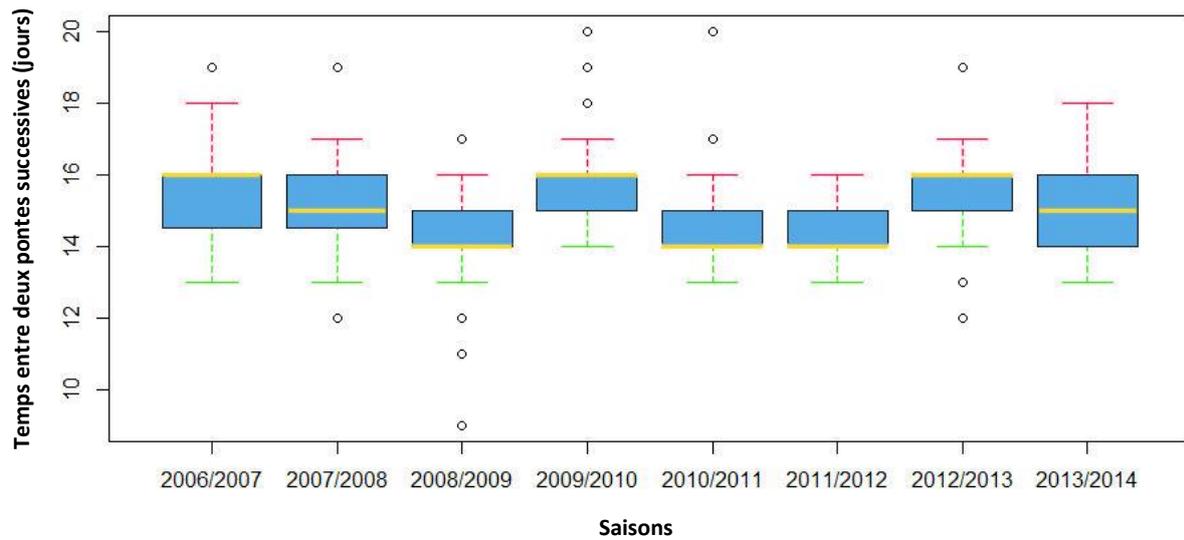


Figure 17 : Intervalles intra-saisonniers de ponte sur les huit années de suivi

Quelques différences existent entre les huit années de suivi. Ces différences restent cependant faibles et aucune tendance à l'augmentation ou à la diminution n'est constatée.

Tableau 2 : Numéro de bague et année d'observation des tortues *Caretta caretta* ayant été recapturées au moins une fois au cours de deux saisons entre 2006 et 2014

Numéro de bague avant gauche	Numéro de bague avant droite	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
24107	24133	x					x		
24108	24109	x			x				
24115	24114	x			x				
24116	24117	x		x	x		x		
24118	24119	x			x		x		
24123	24124	x		x	x		x		
24127	24126	x						x	
24131	24960	x		x					
24135	24136	x							x
24139	24140	x				x			
24365	25037	x			x				
24366					x			x	
24367	24368	x		x					
24390	24391				x			x	
24394	24395				x				x
24425	24426					x		x	
24432	24434					x		x	
24753	25011		x			x			
24761	24762			x				x	
24763	24765			x		x			
24764	24770	x		x				x	
24 766	24 767			x			x		
24784	24785	x		x		x			
24796	24797	x			x				
24799	24800		x				x		
24806								x	x
24813	24814					x		x	
24953	24959	x						x	
24954	24955	x			x			x	
24958	24964	x					x		
24963	25033	x		x		x			x
24967	24969		x				x		
24975	24974	x		x			x		
24988	25000		x		x		x		x
24989	25005		x		x	x			x
24991	24992		x				x		
25004	25008		x					x	
25009	23806		x			x			
25015	25016		x					x	
25018	25019		x					x	
25030	25047	x	x		x	x		x	
27955	27956			x				x	
27959	27960			x		x			
27974	27973			x	x				
27978	27977			x			x		
27979	27980			x			x		
27985	27986			x				x	
27987	27988			x				x	
28022	28023				x		x		x
28028	28035				x			x	
28030	28031				x			x	
28036	28037				x		x		
28038	28039				x		x		
28050	24376				x				x
	24798						x		x
	25035	x			x				

B.2. Analyses relatives aux paramètres biologiques

B.2.1. Taille des tortues nidifiant à la Roche Percée

Les tortues marines sont mesurées sur les sites de nidification afin de corréler la taille de leur carapace à leur biologie de reproduction, de déterminer la taille minimale de leur maturité sexuelle et de suivre leur croissance (Bolten, 1999). La taille d'une population de tortues marines est un paramètre important pour connaître la structure de leur démographie.

Les tortues observées sur la plage au cours de des huit années de suivi ont été mesurées quand cela fût possible. La méthode utilisée est celle de la mesure de la longueur courbe de la carapace (CCL : Curve Carapace Length). Cette mesure s'effectue de la nucale au niveau de la jonction entre la peau du cou et la carapace jusqu'à la pointe de l'échancrure de la dernière écaille (Figure 18). Ce procédé est souvent utilisé au niveau international (Limpus, 1985; Bolten, 1999).

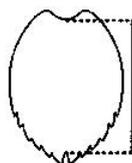


Figure 18 : Mesure de la carapace, CCL (Bolten, 1999)

Les données de distribution par classe de taille de la carapace (Figure 19) montrent que la majorité des tortues (68%) ont une CCL comprise entre 90 cm et 100 cm. En moyenne, la population nidifiant mesure 95,6 cm ($\pm 5,01$, min=83, max=108, n=306). De plus, la proportion des tortues dans chaque classe d'âge est similaire d'une année sur l'autre.

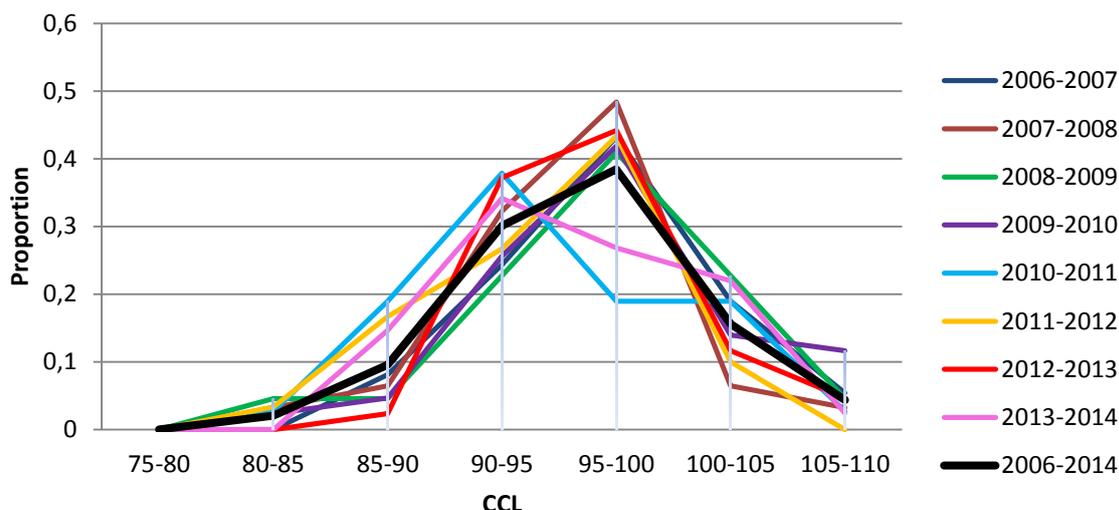


Figure 19 : Proportion des tortues dans chaque classe de taille (classes de 5 cm) de 2006 à 2014 (méthode CCL)

B.2.2. Temps d'incubation

Les nids observés ont été géolocalisés chaque fois que ce fut possible, grâce à la pose de cages (de 2006/2007 à 2010/2011), ou à une notation assez précise de la zone de ponte (de 2011/2012 à 2013/2014). La localisation des nids permet entre autre de définir le temps d'incubation des œufs.

L'éclosion des œufs s'étend en général sur 1 à 3 jours, suivie par l'émergence des juvéniles à l'air libre qui dure en moyenne 2 à 4 jours (Christens, 1990). La détermination stricte du temps d'incubation se définit comme le nombre de jours entre la pose des œufs dans le nid et la date de l'éclosion des bébés dans le nid (Booth et al., 2006). Cependant, afin de permettre des comparaisons avec d'autres sites de ponte, le temps d'incubation tel que présenté dans ce rapport indique la période entre la ponte et l'émergence principale des juvéniles (tel qu'il est le plus fréquemment défini dans les études relatives aux tortues marines). Les données récoltées sur le terrain permettent en effet de relever le nombre de jours entre la pose des œufs et la date de l'émergence, c'est donc la donnée la plus précise obtenue (Booth et al., 2006; Wood et al., 2014).

Le temps d'incubation moyen est de 53,43 jours ($\pm 4,16$, min=42, max=74, n=550). L'évolution des temps d'incubation en fonction des huit années de suivi est représentée sur la Figure 20.

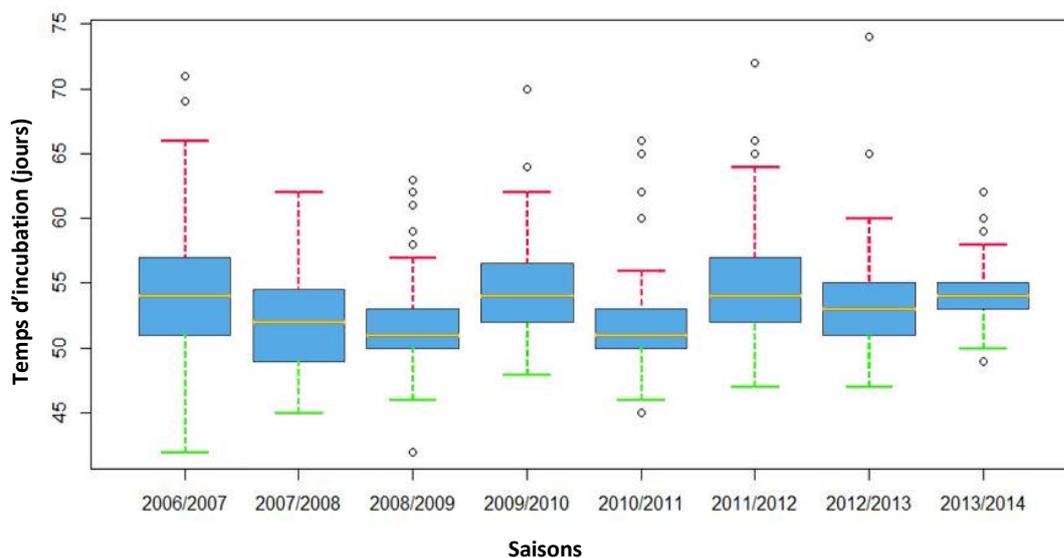


Figure 20 : Variation des temps d'incubation selon l'année de suivi

Aucune tendance n'est observée pendant ces huit années. Quelques différences significatives sont observées entre les temps d'incubation des différentes années, avec une dispersion autour de la médiane plus importante certaines années comme 2006/2007 par exemple.

Les temps d'incubation annuels moyens sont présentés en Figure 21.

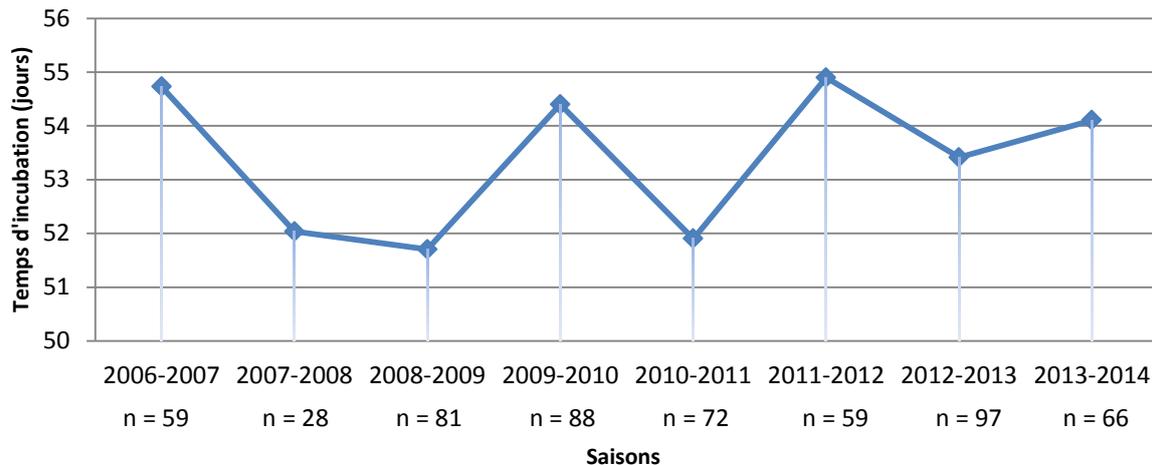


Figure 21 : Temps d'incubation moyens par saison

Les temps d'incubation moyens sont légèrement plus faibles en 2007/2008, 2008/2009 et 2010/2011 (de l'ordre de 52 jours).

B.2.3. Nombre d'œufs, taux d'éclosion et taux d'émergence

Sur la plage de la Roche Percée, les juvéniles de tortue caouanne émergent en moyenne après 53 jours d'incubation. Cette étape survient normalement la nuit lorsque les températures sont plus fraîches.

Pour estimer la productivité des nids, une excavation des œufs et coquilles vides a été effectuée sur les nids où l'émergence des nouveau-nés a été identifiée. Il s'agit d'une estimation car le nombre total d'œufs est estimé en fonction du nombre de coquilles vides comptabilisées¹. La quantité d'œufs par nid, les taux d'éclosion (nombre de coquilles d'œufs vides/nombre d'œufs total) et d'émergence (nombre de juvéniles vivants ayant émergé/nombre d'œufs total) peuvent ainsi être déterminés sur une base de plus de 850 nids creusés entre 2006/2007 et 2013/2014.

Le nombre d'œufs estimés après excavation par nid est représenté en Figure 22 et 23.

¹ La comptabilisation des morceaux de coquilles est parfois difficile. Celle-ci entraîne un biais dans le calcul du nombre d'œufs pondus. L'observateur n'étant pas le même à chaque saison de suivi, il est probable que cette variable influence également les données récoltées.

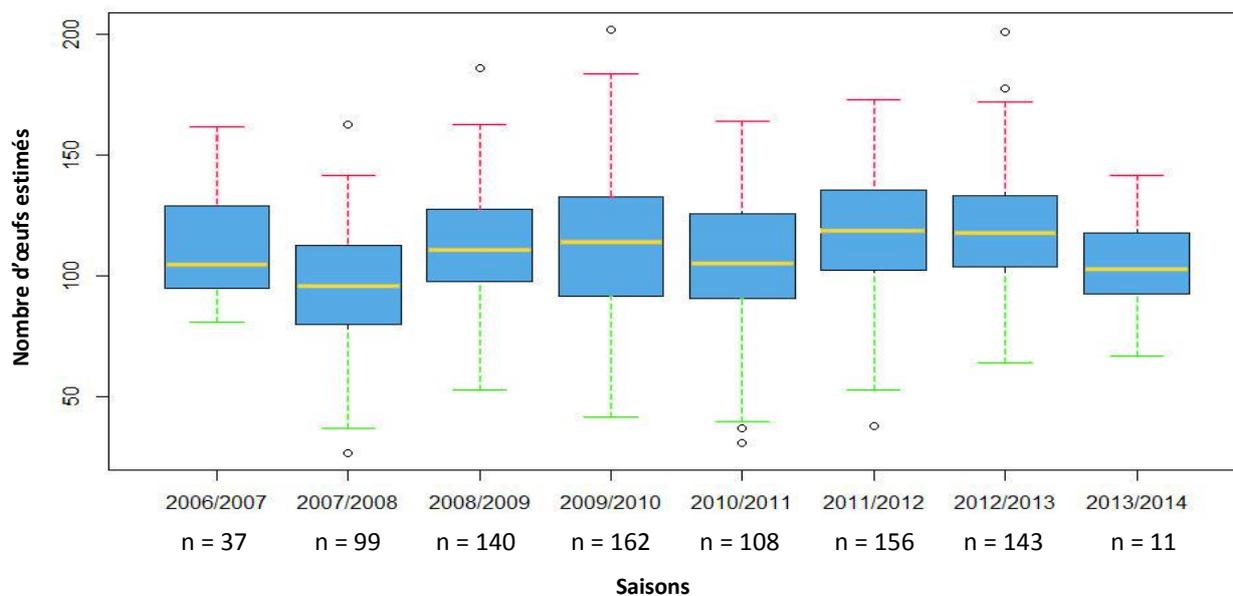


Figure 22 : Nombre d'œufs estimés par nid après émergence par année de suivi

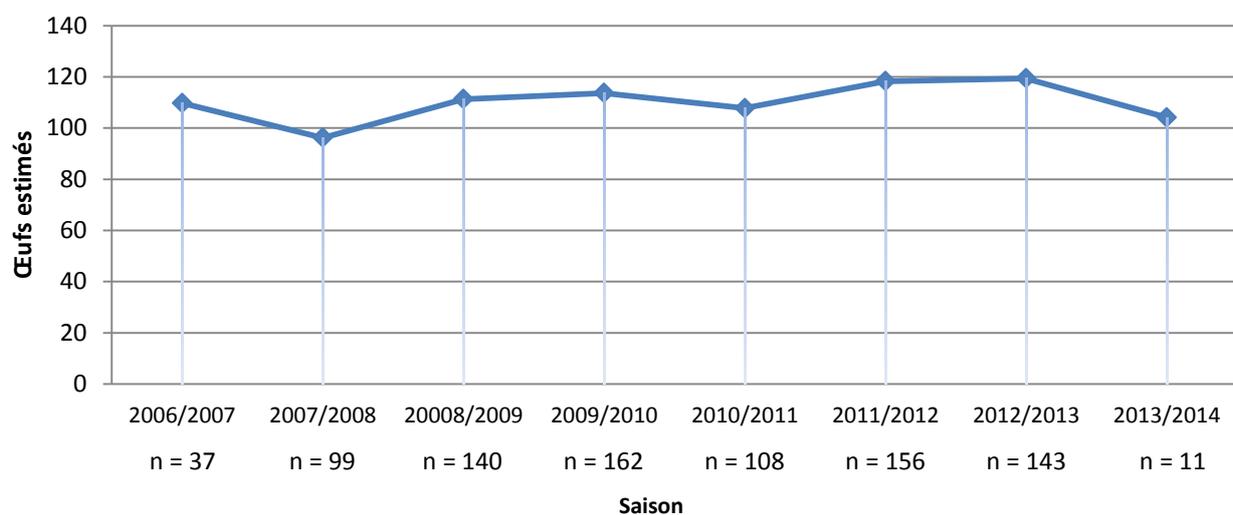


Figure 23 : Nombre d'œufs moyen estimés par année de suivi

Aucune tendance n'est observée au fil des huit années. Le nombre moyen d'œufs par nid varie légèrement entre les saisons. La moyenne d'œufs estimés est de 96 (± 26) en 2007/2008 contre 119 (± 22) en 2012/2013 pour une moyenne d'œufs totaux estimés de 112 (± 26 , min=27, max=202, n=856). Ces résultats sont à interpréter avec beaucoup de précautions, car la difficulté de dénombrer les coquilles vides induit un biais important, qui varie de plus en fonction des différents observateurs.

Les taux d'éclosion et d'émergence sont représentés sur les Figure 24 et Figure 25.

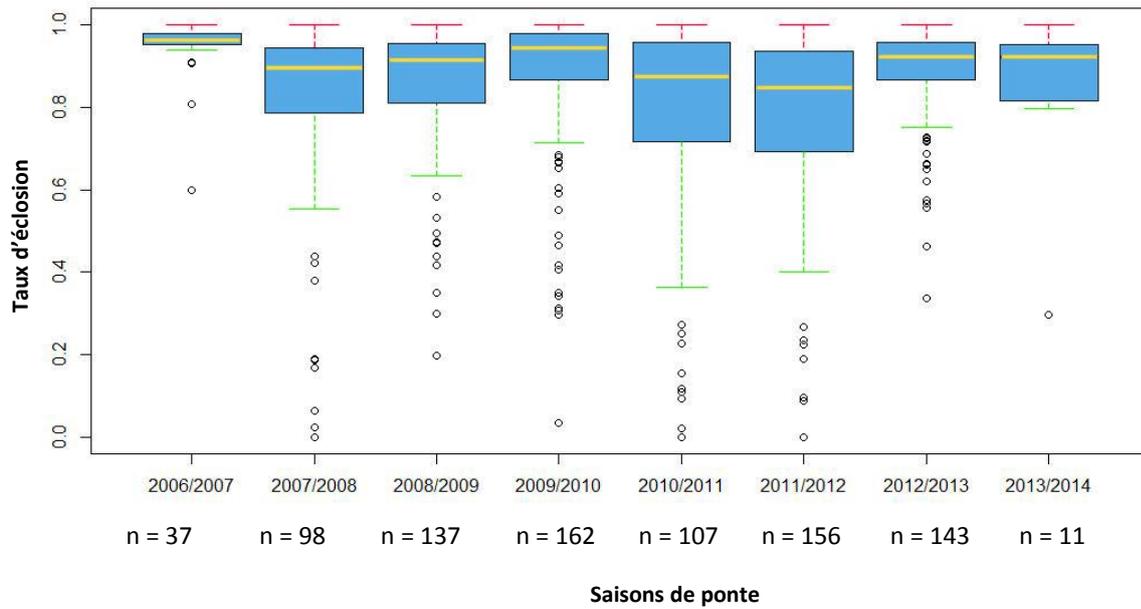


Figure 24 : Taux d'éclosion sur les huit années de suivis

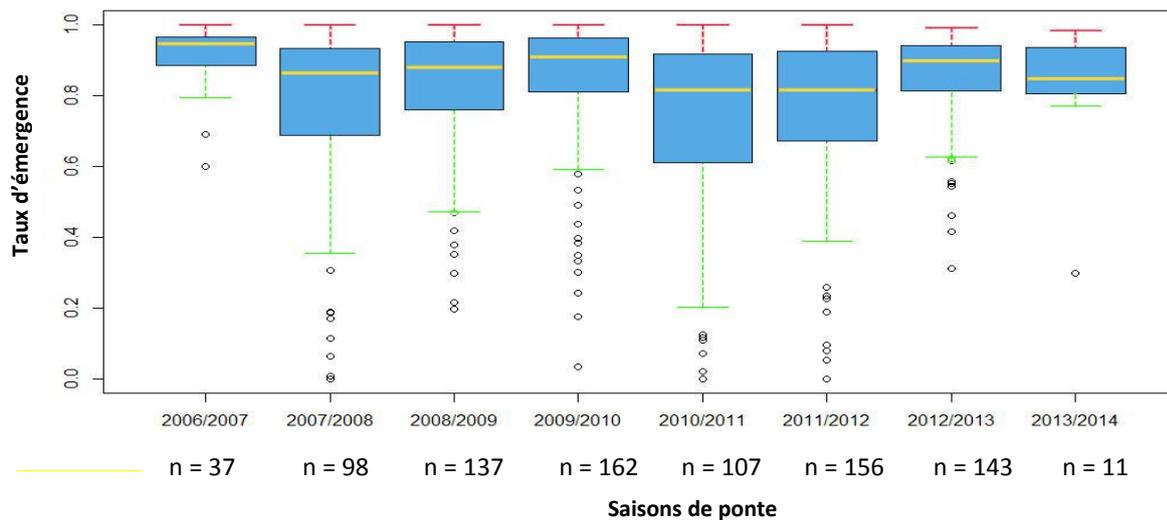


Figure 25 : Taux d'émergence sur les huit années de suivi

Des variations entre certaines années sont observées pour les taux d'éclosion et d'émergence, avec une dispersion de données importantes, sans pour autant observer de tendance particulière de 2006 à 2014.

Les taux d'éclosion et d'émergence moyens estimés sur les huit années de suivis sont respectivement de 84% ($\pm 19,21$, min=0, max=100, n=851) et de 80% ($\pm 20,10$, min=0, max=100, n=851). La Figure 26 présente les évolutions des taux d'éclosion et d'émergence moyen par saison.

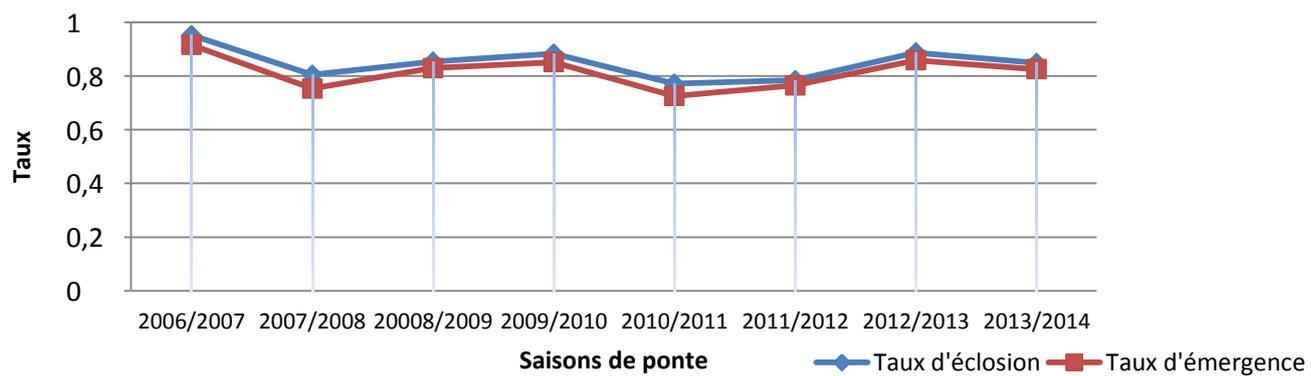


Figure 26 : Taux moyens d'œufs éclos et émergés sur les huit années de suivi

Les taux d'éclosion et d'émergence présentent des fluctuations synchrones.

B.3. Bilan et discussion

B.3.1. Evolution de la fréquentation du site de ponte par les tortues grosses têtes de 2006 à 2014

Ces premières analyses indiquent que le nombre de traces et de pontes n'a pas évolué de façon significative au cours des huit années de suivi, avec des moyennes saisonnières de 305 traces et 182 pontes. Malgré certaines fluctuations entre les différentes années, celles-ci ne mettent pas en évidence des tendances à l'augmentation ou à la diminution du nombre de traces et pontes au cours du temps, ce qui sous-entend une stabilité probable de la population nidifiant sur du court terme. Il n'est pas possible de conclure sur l'état de santé de la population et ses tendances sachant que ces résultats sont basés sur une courte période de suivi pour une espèce à maturité sexuelle tardive. Une période de vingt ans est généralement préconisée pour interpréter correctement les données de suivis et déceler une évolution au sein de la population (SWOT, 2011).

Sur la plage de la Roche Percée, la saison de ponte des tortues caouannes s'étend généralement de début novembre à mars et ceci, sans fluctuer significativement entre les huit années de suivi. La distribution temporelle du pic d'activité de ponte s'observe constamment sur la même période, entre décembre et janvier. Les mêmes résultats sont constatés pour la population présente en Australie qui fait partie du même patch génétique (Limpus, 1985). Bien que ces paramètres de saisonnalité (occurrence, durée, et pic d'activité) ne diffèrent pas au cours des années, il est à noter que la présente analyse ne couvre que huit années de données, insuffisantes pour identifier des tendances potentielles et établir des conclusions définitives. Les changements climatiques, se traduisant notamment par une hausse de la température de la surface des océans, ont été corrélés avec une augmentation de la durée de la saison de ponte sur certains sites de ponte dans le monde (Hawkes et al., 2007). Il sera intéressant de suivre la période de nidification de cette espèce lorsque le nombre d'années de suivi sera suffisant pour observer son évolution.

B.3.2. Succès de ponte

Le taux de réussite de ponte a été faible en 2006/2007, 2008/2009, 2010/2011 et 2011/2012 atteignant difficilement les 50% de réussite, avec un succès de ponte moyen de 61% sur les huit années de suivi.

Le nombre important d'aller-retours en 2006/2007 pourrait être lié au facteur humain. En effet, la plage de la Roche Percée est un lieu touristique et bordée par une zone d'habitations. Comme démontré dans l'analyse, le pic de fréquentation des tortues sur cette plage correspond aux mois de décembre à janvier. Ces deux mois concordent avec la période estivale de forte fréquentation, au cours de laquelle la présence humaine sur le site est la plus importante. A la création de l'association Bwără Tortues Marines en 2006, peu de personnes étaient sensibilisées à la protection de ce site de ponte. Dès lors, de nombreux dérangements avaient lieu sur la plage (feux, lumière, bruit, etc...). Or, la majorité des tortues sont très sensibles à la présence de l'Homme. Une simple silhouette ou une lumière peut conduire à un demi-tour (Salmon et al., 1995). Le faible nombre de pontes estimé par tortue en 2006/2007 (2,98 pontes/tortue) pourrait corroborer cette hypothèse d'un dérangement important des tortues à cette époque.

La forte diminution du taux de réussite de ponte entre 2007/2008 (75%) et 2008/2009 (55%) laisse, quant à elle, supposer que les rondes ouvertes aux touristes à partir de 2008/2009 ont eu un impact en augmentant le nombre d'aller-retours sans ponte.

Cette tendance à la baisse et le faible taux de réussite de ponte observé en 2010/2011 et 2011/2012 sont probablement dus à l'ensablement de la plage de la Roche Percée en 2010. Pour protéger la presqu'île des fortes houles et lutter contre l'érosion marine de la plage qui ne cesse de reculer, la province Sud a engagé d'importants travaux d'engraisement sur la plage de la Roche Percée en 2010. Quelques 40 000 m³ de sable ont été déversés sur la plage afin de créer une barrière naturelle sur laquelle les vagues viendraient s'écraser. Ce chantier a eu un effet négatif sur la population de tortues nidifiant. Plusieurs études mettent en évidence l'impact négatif du remblayage des plages pouvant rendre celles-ci moins propices à la nidification et à l'incubation des œufs. Ainsi, ces plages risquent de ne plus présenter les mêmes qualités que les plages naturelles (Ackerman et al., 1997; Milton et al., 1997; Ernest, 1999; Conant et al., 2009). Le sable ajouté sur la plage de la Roche Percée n'ayant pas été filtré, ce dernier est devenu dense et compact. Les tortues ne pouvaient plus ou difficilement creuser leur nid. De plus, elles ont dû s'adapter à la formation d'escarpements et à la modification de la pente engendrée par les travaux. La diminution du succès de ponte résultant d'un remblayage du site de ponte a également été constatée sur plusieurs aires de nidification de tortues

caouannes dans d'autres régions du monde (Nelson et al., 1987; Grain et al., 1995; Lutcavage et al., 1997; Steinitz et al., 1998; Ernest, 1999). La partie compacte de la plage de la Roche Percée, issue du réensablement, a reculé au fil des années de par les vagues et les marées. La pente droite s'est également beaucoup estompée grâce à ces mêmes facteurs.

D'autres facteurs peuvent impacter l'activité des tortues. Ces derniers sont liés aux paramètres environnementaux, comme la topographie de la plage, la végétation environnante (Weishampel et al., 2003) et la température du sable (Flynn, 2012). Sur le site de la Roche Percée, ces éléments n'ont pour l'instant pas été suivis.

Depuis l'arrêt des rondes ouvertes aux touristes en 2011/2012 et le recul de la partie dense de la plage, le taux de réussite des pontes a considérablement augmenté : il est proche des 70% ces deux dernières saisons alors qu'il se situait auparavant entre 50 et 60%.

Une augmentation du nombre de pontes par tortue au fil des années est également observée. Celui-ci se situe entre 4 et 5 pontes par tortue depuis la saison 2013/2014 alors qu'il se situait aux alentours de 3 pontes en 2006/2007. Cependant, il existe un biais important dans le calcul du nombre de pontes par tortue car en moyenne seulement 33% des montées de tortues sont identifiées. Le nombre moyen de pontes par tortue est donc probablement inférieur à ce qui est estimé dans les résultats. Le taux d'observation a aussi pu fluctuer en fonction des saisons, des horaires de rondes et du nombre d'éco-gardes présents, biaisant alors les estimations en faisant apparaître des fluctuations qui ne reflèteraient pas des variations du nombre de ponte par tortue. Ces chiffres doivent ainsi être interprétés avec beaucoup de précaution. Comme indiqué précédemment, les données ne portent que sur huit années de suivi. Il n'est possible d'émettre que des suppositions à ce stade sur tout ce qui concerne l'évolution de la population et de ses paramètres biologiques.

B.3.3. Identification et suivi individuel

Le marquage par baguage et pittag puis la recapture des tortues permettent de suivre la démographie de la population de femelles nidifiant sur la plage de la Roche Percée. Ainsi, l'association a pu identifier 280 tortues entre 2006/2007 et 2013/2014.

En effectuant le ratio entre le nombre de tortues identifiées et le nombre total de traces, le taux d'observation obtenu est de 33% des montées. Celui-ci à toutefois été faible en 2008/2009 puisqu'il était de 23%. Ce résultat est corrélé avec le nombre important d'aller-retours relevés cette même

année. Etant donné que l'aller-retour d'une tortue sur la plage dure moins longtemps qu'une ponte, il y a une probabilité moins importante d'observer la tortue. L'effet inverse est observé au cours de la saison 2007/2008 avec 44% des tortues observées (et peu d'aller-retours). Le taux d'observation a aussi pu varier en fonction des heures de rondes, qui n'ont pas été constantes au cours des huit années, et du nombre d'éco-gardes présents sur ces rondes.

L'observation de 33% des montées de tortues qui fréquentent la plage au cours des huit années indique que de nombreux individus ne sont pas observés durant la saison. Cela est inévitable lorsque les rondes n'ont pas lieu durant toute la nuit. Cependant, les pourcentages de recapture intra et inter saison élevés (voir ci-dessous) indiquent qu'un investissement humain plus important, qui serait coûteux, n'est pas nécessaire pour le moment.

B.3.4. Intervalles de ponte intra et inter-saisonniers

Les tortues femelles reviennent pondre plusieurs fois au cours d'une même saison. L'intervalle moyen entre deux pontes au cours de la même saison (intervalle intra-saisonnier) est resté constant au cours des saisons avec une moyenne de 15,14 jours ($\pm 1,44$, min=9, max=20, n=185). Les femelles nidifiant à Bourail sur la plage de la Roche Percée font génétiquement partie de la même population observée à Bundaberg (Australie) sur la plage de Mon Repos. Les données et les paramètres inhérents ont donc été comparés à cette population (Tableau 3).

Tableau 3 : Résumé du cycle de nidification des femelles *Caretta caretta* sur les sites de la Roche Percée (Bourail, Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Bundaberg, Australie)

	Mesures				Références
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle	Nombre	
Intervalle entre deux pontes (jours)					
La Roche Percée	15,14	1,44	9-20	326	Bwärä, 2014
Mon Repos	13,90	1,71	9-23	2959	Limpus, 1985
Intervalle entre deux saisons de pontes (années)					
La Roche Percée	2,84	1,26	1-7	75	Bwärä, 2014
Mon Repos	3,82	1,84	1-10	325	Limpus, 1985

La valeur moyenne d'intervalle intra-saisonnier est sensiblement plus courte à Mon Repos, qui recense une moyenne de l'ordre de 13,90 jours (Limpus, 1985). Les dérangements liés à une activité humaine peuvent occasionner des reports de ponte et peuvent être une hypothèse explicative de cette faible différence. La granulométrie du sable et la typologie de plage pourraient aussi représenter des facteurs explicatifs. En outre, le site de Mon Repos bénéficie d'un suivi de toutes les

femelles nidifiant durant la saison de ponte, et présente un nombre d'échantillon très supérieur à celui sur la Roche Percée (2959 contre 326). Le taux d'observation des tortues étant de 33% à la Roche Percée, il est possible que l'intervalle intra-saisonnier de ponte soit surestimé sur ce site car les tortues ne sont pas toutes vues, et donc pas systématiquement recapturées entre deux pontes successives.

L'intervalle entre deux saisons de ponte (intervalle inter-saisonnier) est en moyenne de 2,84 années ($\pm 1,26$, min=1, max=7, n=75) sur le site de la Roche Percée. Ces valeurs correspondent aux données relevées dans la littérature avec un intervalle entre deux saisons de reproduction qui varie entre une et dix années (Limpus, 1985; Dodd et al., 1988). Sur le site de Mon Repos (Tableau 3), l'intervalle entre deux saisons de pontes est de 3,82 années.

Les résultats sont à interpréter avec précaution car la détermination de l'intervalle inter-saisonnier d'une population est affectée par la durée de l'étude (Limpus, 1992). Étant donné que la période entre deux saisons de pontes peut s'étendre jusqu'à dix années (Limpus, 1985), il faudrait un suivi sur une vingtaine d'années pour évaluer avec fiabilité l'intervalle inter-saisonnier de reproduction des femelles. Les résultats sur la Roche Percée sont certainement sous-estimés du fait de la courte période de suivi (8 ans).

Le pourcentage total d'individus recapturés après baguage est de 66% sur le site de la Roche Percée. Comme indiqué précédemment, ce chiffre élevé indique qu'un effort de baguage plus important n'est pas nécessaire. L'effort actuel permet en outre un taux de recapture inter-saisonnier de 20% et intra-saisonnier de 60%, taux suffisamment élevés pour estimer les intervalles de ponte correspondants.

La perte de bague influe sur les pourcentages de recapture. Dans certains cas, les bagues posées sur les individus sont susceptibles de se perdre par détachement ou arrachement (Mrosovsky et al., 1982; Balazs, 1999). À l'heure actuelle, il n'est pas possible de quantifier le pourcentage de perte de bagues. En conséquence, certaines tortues déjà baguées sont probablement revenues sur ces sites sans qu'un baguage, déjà effectué auparavant, n'ait été décelé.

B.3.5. Mesure de la carapace des tortues

La taille moyenne des tortues suivies durant ces huit années sur la Roche Percée est très proche des résultats obtenus à Bundaberg, sur la plage de Mon Repos en Australie (Tableau 4). La même mesure a été relevée sur les deux sites : la CCL (Longueur Courbe de la Carapace).

Tableau 4 : Longueur moyenne de la carapace des femelles *Caretta caretta* sur les sites de la Roche Percée (Bourail, Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Bundaberg, Australie)

	Mesures				Références
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle	Nombre	
Longueur de la carapace en courbe (cm)					
La Roche Percée	95,6	5,01	83,0-108,0	306	Bwără, 2014
Mon Repos	95,8	4,42	80,0-113,5	2207	Limpus, 1985

Une taille moyenne de 95,6 cm a été estimée sur le site de la Roche Percée contre 95,8 cm à Mon Repos (Limpus, 1985). L'intervalle des tailles est compris entre 83 cm et 108 cm avec une forte proportion (68%) des tailles de carapaces comprises entre 90 cm et 100 cm. Cet intervalle correspond aux données énoncées dans les publications (Limpus, 1985; Dodd et al., 1988).

B.3.6. Temps d'incubation

Le temps d'incubation moyen sur la Roche Percée est de 53 jours. Cette valeur est inférieure à celle obtenue sur la plage de Mon Repos entre 1978 et 1980, qui est de 57 jours (Tableau 5).

Tableau 5 : Temps d'incubation moyens des nids de *Caretta caretta* sur les sites de la Roche Percée (Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Australie)

	Mesures				Références
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle	Nombre	
Temps d'incubation (jours)					
La Roche Percée	53,43	4,16	42-74	550	Bwără, 2014
Mon Repos 1978/79	56,60	2,35	49-70	327	Limpus, 1985
1979/80	54,20	2,06	45-61	565	Limpus, 1985

Plusieurs études mettent en évidence le rôle important de la température du sable sur le temps d'incubation des nids de tortues marines. Ainsi, la période d'incubation diminue avec l'augmentation de la température du sable (McGehee et al., 1979; Mrosovsky et al., 1980; Dean J., 1982; Limpus et al., 1983; Miller, 1997; Matsuzawa et al., 2002). Une étude comparative des températures des nids sur la plage de la Roche Percée et Mon Repos a été effectuée en 2010/2011 (Read et al., 2013). La température moyenne relevée sur les nids est de 2°C à 3°C plus élevée sur la plage de la Roche Percée, ce qui explique la durée d'incubation plus courte sur ce site. De façon générale plusieurs facteurs influent sur les températures d'incubation : la température de l'air, la pluviométrie, la granulométrie du sable, l'albédo du sable et la typologie de la plage sont les principaux.

Les temps d'incubation déterminés au fil des huit saisons varient entre 42 et 74 jours. Plusieurs nids ont un temps d'incubation dépassant les 70 jours. La plupart des nids ayant incubé au cours d'une longue période correspondent souvent à des pontes effectuées en début de saison. Ces temps d'incubation élevés sont probablement dus à des températures ambiantes moins élevées en tout début de saison. De même la variabilité des moyennes des temps d'incubation entre les saisons de ponte serait à corrélérer avec les variations météorologiques (moyennes de température de l'air et pluviométrie notamment).

Le temps d'incubation moyen plus faible en 2010/2011 pourrait s'expliquer par la présence de la dune issue du réensablement. Au cours de cette saison, le sable très compact sur cette dune a probablement entraîné des températures d'incubation élevées, avec en conséquence des périodes d'incubation plus courtes qu'au cours des autres saisons (et un taux de mortalité plus important à l'intérieur des nids, voir ci-dessous). Des valeurs extrêmes d'incubation en milieu de saison à partir de la saison 2011/2012 sont parfois relevées. Certaines de ces valeurs peuvent être dues à la confusion de nids à fortiori depuis l'enlèvement des cages à partir de la saison 2011/2012 rendant alors plus difficile la localisation précise des nids.

B.3.7. Nombre d'œufs, taux d'éclosion et taux d'émergence

Les données récoltées permettent de calculer un nombre d'œufs estimé moyen par nid à la Roche Percée de 112 (\pm 26). A Bundaberg, en 1985, le nombre d'œufs par nid a été évalué à 127 (\pm 22) (Tableau 6).

Tableau 6 : Nombre d'œufs par nid de *Caretta caretta* sur les sites de la Roche Percée (Nouvelle- Calédonie) et de Mon Repos (Australie)

	Mesures			Nombre	Références
	Moyenne	Ecart-type	Intervalle		
Nombre d'œufs par nid					
La Roche Percée, Estimé	112,03	26,30	27-202	856	Bwără, 2014
La Roche Percée, Réel	123,66	21,37	56-170	80	Bwără, 2014
Mon Repos	127,00	22,15	48-190	671	Limpus, 1985

Le nombre d'œufs moyen est significativement plus faible à la Roche Percée qu'à Mon Repos. L'écart autour de la moyenne est également plus élevé à la Roche Percée. La dispersion des données est également très importante à la Roche Percée, avec des nids retrouvés après émergence avec moins de 27 œufs.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces résultats :

- Certains nids ont été prédatés au cours des saisons. Le nombre d'œufs prédatés chaque année n'a pas été estimé mais des fouilles de chiens et la présence de crabes pourrait influencer sur ce nombre d'œufs plus faible.
- Des actes de braconnage sur les nids ont également été observés durant les premières années de suivi.
- Le facteur humain lors du calcul du nombre de coquilles après émergence est également à considérer et constitue probablement le facteur le plus important. Le comptage n'a pas été effectué par les mêmes personnes, il existe par conséquent un biais observateur. De plus, cette comptabilisation est difficile à déterminer de manière précise plusieurs jours après l'émergence principale avec les morceaux de coquilles restant.

L'estimation du biais dans l'estimation du nombre de coquilles comptées a été évaluée grâce à 80 nids déplacés au cours des huit saisons, pour lesquels le nombre d'œufs exact déposés lors de la ponte est donc connu. Une différence de $\pm 17\%$ est observée en comparant la comptabilisation des œufs lors du transfert de nid et l'estimation réalisée après l'émergence sur ces mêmes nids. Le biais est donc important, et les résultats obtenus par les estimations sont à interpréter avec beaucoup de précaution en conséquence.

En prenant seulement en compte les nids déplacés, et en ayant ainsi un nombre d'œufs réels (Tableau 6), la moyenne du nombre d'œufs par nid ($123,66, \pm 21,37$) est plus proche de celle obtenue à Mon Repos ($127,00, \pm 22,15$).

Les taux d'éclosion et d'émergence moyens sur les huit années sont plutôt élevés avec un taux d'éclosion de 84% et un taux d'émergence de 81%. La faible différence entre ces deux moyennes indique que peu de nouveau-nés n'arrivent pas à s'extraire du nid après avoir éclos.

Ces taux ont toutefois varié significativement selon les saisons. La faible moyenne obtenue durant la saison 2010/2011, respectivement 77,08 % et 72,52 % pour les éclosions et les émergences, est probablement due à la présence de la nouvelle dune. La granulométrie des nids a été modifiée, influençant probablement la température des nids. Celle-ci a atteint des valeurs maximales de plus de 34°C, proches de seuil limite de viabilité des embryons (Wood and Bjorndal, 2000). Cette dune composée de sable très compact a probablement influé sur échanges gazeux qui ont été limités. De plus, la densité et la compaction du sable a pu poser des problèmes physiques lors de l'émergence, les juvéniles pouvant en avoir des difficultés à creuser la croûte superficielle pour émerger. Ces conditions ont probablement contribué aux faibles taux d'éclosion et d'émergence obtenus cette même année. La moyenne faible des temps d'incubations en 2010/2011 corrobore cette hypothèse.

En comparant les résultats obtenus sur la plage de la Roche Percée avec ceux de Mon Repos (Tableau 7), des différences sont observées avec un taux d'éclosion de 96 % et un taux d'émergence de 93 %, pour des températures maximales inférieures à 32°C sur Mon Repos (Read et al., 2013). Le nombre d'échantillons étant faible pour cette étude (travail effectué sur 20 nids sur le site de Mon Repos), les résultats sont à interpréter avec précaution.

Tableau 7 : Taux d'éclosion et d'émergence des nids de *Caretta caretta* sur les sites de la Roche Percée (Nouvelle-Calédonie) et de Mon Repos (Australie)

	Mesures			Références
	Moyenne	Intervalle	Nombre	
Taux d'éclosion (%)				
La Roche Percée	84	0-100	851	Bwärä, 2014
Mon Repos	96	80-99	20	Read, 2010/2011
Taux d'émergence (%)				
La Roche Percée	81	0-100	851	Bwärä, 2014
Mon Repos	93	80-99	20	Read, 2010/2011

C. PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

C.1. Recommandations relatives aux protocoles de terrain et au relevé de données

C.1.1. Structurer les données grâce à la mise en place de fiches terrain et à leur bancarisation

Durant les huit années de suivi, les données relevées ont été consignées dans des cahiers. Chaque éco-garde a été formé au relevé des données scientifiques durant les rondes. Cependant, les relevés ont été réalisés de manière hétérogène, rendant la lecture des huit années de données complexe par manque d'homogénéité et de précision. Il est nécessaire d'en faciliter la lecture et l'analyse en standardisant leur récolte. Pour cela, la mise en place de fiches terrain dressant la liste exhaustive des éléments à prélever est recommandée (cf. Annexes 4, 5 et 6). Elles seront remplies au cours de la ronde et bancarisées sur une base de données informatique, sous Excel ©.

La mise à jour régulière de cette base permettra de réduire le risque d'erreurs ou d'incohérences éventuelles dans le report des données et de stocker durablement les informations collectées. La fiabilité des données et leur bancarisation sont indispensables pour l'analyse de ces dernières et la mise en lumière de tendances potentielles, pouvant aboutir à des mesures de conservation concrètes sur le site de ponte. Par ailleurs, ces données sont multiples puisqu'elles concernent à la fois la dynamique des populations, la biométrie, le baguage, les caractéristiques environnementales, etc... Cette base doit donc être élaborée de manière pertinente pour assurer sa meilleure exploitation possible.

C.1.2. Les données à récolter

La récolte de données est à étudier précisément, car les enjeux sont multiples : certains actes de suivi peuvent impacter les tortues marines, d'autres peuvent être onéreux en temps et en ressources. Il est donc nécessaire de définir quelles sont les données importantes à relever pour suivre l'évolution d'une population, en fonction des besoins de gestion et des moyens de l'association.

Les chapitres qui suivent présentent les différents types de données pouvant être récoltées sur un site de ponte et les informations qu'elles apportent sur la population suivie. Les protocoles terrain relatifs à l'obtention de ces dernières sont détaillés en Annexe 7.

❖ **Données à récolter à minima**

- ***Le nombre de traces ou montées***

Un point clé de l'évaluation de l'état de conservation des tortues marines consiste à déterminer le nombre d'individus au sein d'une population, et son évolution. Le comptage de traces est la méthode la plus utilisée dans le monde pour le suivi des populations de tortues marines. C'est en effet une méthode non impactante pour les tortues marines, qui ne nécessite pas de travail de nuit (comptage de traces le matin), et présente très peu de biais, tant au niveau observateur que les erreurs possibles au dénombrement. L'effort d'échantillonnage influe cependant fortement sur la précision et le potentiel d'utilisation de cette donnée.

Un effort d'échantillonnage constant au cours de la saison, comme c'est le cas à la Roche Percée, permet de suivre l'évolution de la fréquentation de la plage par la population nidifiant. Les tortues marines étant des espèces à maturité sexuelle tardive, ce type de suivi doit être constant sur du long terme pour détecter des tendances potentielles dans l'évolution de la population. Comme précisé précédemment, une période de vingt ans est généralement préconisée pour interpréter correctement les données de suivis et déceler une évolution potentielle au sein de la population (SWOT, 2011).

A la Roche Percée, pendant toute la saison de ponte, le nombre total de traces est relevé tous les matins. De plus, pour chaque trace rencontrée l'activité de ponte est évaluée (cf. Annexe 4). Il n'est pas toujours aisé de déterminer si une tortue a pondu ou non en observant les traces de son activité. De ce fait, il existe une incertitude sur les données obtenues pour le dénombrement des nids. Les données récoltées sur le nombre de pontes et d'aller-retours sans ponte permettent d'obtenir des informations sur le succès de ponte des tortues marines, c'est-à-dire la facilité qu'elles ont à pondre sur le site.

- ***L'identification (le baguage et la recapture)***

La méthode de Capture Marquage Recapture (CMR) permet d'analyser la dynamique et le fonctionnement d'une population (Rivalan, 2004). L'identification des individus permet d'étudier certains paramètres d'une population, tels que les intervalles de ponte intra et inter-saisonniers, le nombre de femelles nidifiant et le nombre de ponte par femelle. L'identification peut également servir à évaluer l'aire de répartition d'une population et la longévité des individus (Murphy et al., 1989).

Il est important de noter que le marquage, même correctement exécuté, perturbe les femelles. Le baguage engendre un stress, peut provoquer certaines infections, et pourrait favoriser la prédation. Il est donc primordial de baguer les individus à des fins précises, pour répondre à des objectifs de conservation. Sur le site de la Roche Percée, le suivi étant réalisé quotidiennement durant toute la saison, l'identification des individus nidifiant permet de suivre l'évolution de certains de leurs paramètres. Il faut cependant prendre en compte le biais lié à l'observation de seulement 33 % des montées de tortues sur la plage, mais le taux de recapture de 66% est suffisant pour estimer les intervalles de ponte. Le nombre de femelles nidifiant n'est quant à lui pas déterminé précisément de par les 33% d'observations.

L'évolution du nombre de traces, du succès de ponte ainsi que des intervalles de ponte intra et inter-saisonniers apporte des informations robustes et pertinentes sur l'état de santé de la population. Un surcroît d'effort pour identifier le nombre exact de femelles nidifiant ne semble donc pas nécessaire actuellement.

- ***La mesure de la carapace***

La mesure courbe de la carapace de tortue marine permet de connaître la distribution de taille au sein de la population, ainsi que de suivre le taux de croissance des individus identifiés. En outre, ce processus est utilisé par les scientifiques australiens sur le site de Mon Repos. Ainsi les données récoltées sur le site de la Roche Percée peuvent être comparées aux mesures australiennes. Une fois l'individu bagué, la mesure de la carapace est rapide et n'engendre pas beaucoup de stress sur la tortue.

❖ Les données facultatives à récolter en fonction des besoins et priorités de gestion

En plus des données essentielles à récolter, d'autres informations peuvent être recueillies, ponctuellement ou sur du long terme, en fonction des besoins et priorités de gestion.

▪ *Le nombre d'œufs, les succès d'éclosion et d'émergence*

La présente analyse sur les huit années de données a par exemple mis en évidence le biais important lié au facteur humain dans la récolte de données sur le nombre d'œufs pondus, les succès d'éclosion et d'émergence. Un échantillonnage précis permettrait de réaliser des analyses robustes sur ces données. Pour cela, entre 20 et 30 nids devraient être suivis de la ponte à l'émergence pour effectuer des analyses statistiques viables. Cet échantillonnage demande des ressources humaines conséquentes, afin d'être en capacité de suivre la ponte entière d'au moins 20 individus. Les personnes effectuant ce travail doivent en outre être formées en amont, afin que le dénombrement des œufs s'effectue sans impacter la tortue nidifiant (cf. Annexe 7). En fonction des données obtenues et des paramètres extérieurs, la fréquence de l'échantillonnage sera à déterminer (tous les ans ou tous les deux ans par exemple).

Le taux d'éclosion correspond à la proportion de nouveau-nés sortis de leur coquille par rapport au nombre d'œufs pondus. L'éclosion des œufs s'étend sur 1 à 3 jours ; les nouveau-nés remontent à l'air libre et émergent du nid sur une période de 2 à 4 jours (Christens, 1990). Le taux d'émergence correspond à la proportion de nouveau-nés ayant quitté le nid par rapport au nombre d'œufs pondus. Souvent, le taux d'émergence est inférieur au taux d'éclosion car certains nouveau-nés ne parviennent pas à remonter à la surface du nid (Miller, 1985).

Connaitre les taux de réussite d'éclosion et d'émergence permet d'obtenir des informations sur l'état de renouvellement de la population, la viabilité de la plage et son évolution, l'impact des prédatations et de rechercher les paramètres explicatifs des variations potentielles (par ex. travaux d'aménagement de la plage,...).

Le nombre d'œufs doit être dénombré pendant la ponte, et les nids choisis doivent être précisément localisés afin d'être retrouvés à la fin de l'incubation. Le nid est creusé 72 heures après la dernière émergence pour obtenir des données représentatives des conditions naturelles d'émergence.

Les embryons sont très vulnérables aux conditions environnementales tels que la salinité du substrat, le taux d'humidité, la qualité des échanges gazeux, les températures selon l'exposition au soleil et la pluviométrie, la granulométrie du sable (Ackerman, 1980; Miller, 1985; Mortimer, 1990; Georges et

al., 1993; Ackerman et al., 1997). La variabilité de ces paramètres conditionne le développement des embryons durant l'incubation. Il est ainsi recommandé de noter les paramètres environnementaux qui peuvent avoir un impact sur les succès d'éclosion et émergence, afin d'avoir des éléments pour interpréter les évolutions potentielles de ces derniers.

- ***Le temps d'incubation***

La durée d'incubation des œufs est de 2 mois en moyenne, elle varie en fonction de l'espèce et de la température des nids (Miller, 1985). D'après le bilan des huit années de suivi, le temps d'incubation moyen est de 53 jours sur la Roche Percée.

Les nids échantillonnés doivent être surveillés dès le 45^{ème} jour après la ponte afin d'identifier le moment de l'émergence principale et de pouvoir déterminer précisément le temps d'incubation. Le temps d'incubation donne indirectement des informations sur la température d'incubation et son évolution, cette dernière étant directement corrélée à la durée d'incubation des œufs.

- ***La température d'incubation***

La différenciation des gonades des tortues caouannes est déterminée par la température d'incubation (Mrosovsky, 1980; Mrosovsky et al., 1980; Limpus et al., 1985). La température dite « pivot » est la température au-dessus de laquelle une majorité d'individus femelles émergeront ; au-dessous de cette dernière ce sera majoritairement des mâles. Cette température varie en fonction de la population étudiée et du site de ponte, elle nécessite pour être déterminée précisément des études sur des juvéniles sacrifiés.

Les températures létales pour les œufs sont inférieures à 24°C ou supérieures à 34°C (Moreno-Mendoza et al., 1999). Les œufs de la tortue caouanne éclosent au bout de 7 à 13 semaines d'incubation selon la température du nid (Miller, 1997), chaque différence d'un degré Celsius pouvant faire varier de plus ou moins 5 jours la période d'incubation (Mrosovsky, 1980).

La température du sable influence les succès d'éclosion et d'émergence, et est un facteur déterminant du sex-ratio et du temps d'incubation. Plus le sable entourant le nid est chaud, plus rapide sera le développement des embryons (Mrosovsky et al., 1980). Collecter les données thermiques peut ainsi aider à la compréhension de l'environnement de l'incubation (Miller et al., 1999).

La pose de thermomètres enregistreurs dans des nids pourrait permettre de suivre l'évolution de ces paramètres. Cependant, cette étude nécessite un protocole terrain précis qui demande un investissement humain important. De plus, l'analyse de ces données est elle-même complexe, et

demande beaucoup de temps et d'expertise. La température pivot du site de la Roche Percée n'étant pas connue, les relevés de température d'incubation pourraient permettre une estimation du sex-ratio, mais ce dernier ne sera pas précis. Enfin, ce type d'analyse présente un intérêt scientifique certain sur l'étude des facteurs impactant les températures d'incubation et leurs évolutions, mais ne permet de pas de répondre directement à des besoins de conservation et à la mise en place de mesures de gestion qui pourraient s'en suivre. C'est pourquoi cette étude est à envisager avec précaution, si les moyens humains et les compétences analytiques sont disponibles, et si elle permet de répondre à des interrogations précises en terme de gestion.

- ***Analyse de la morphologie de la plage***

L'étude et le suivi des profils de plage peuvent apporter des éléments de réponse quant aux facteurs rendant le site propice aux pontes. Il pourrait ainsi être pertinent de distinguer les zones de la plage ne présentant pas de ponte mais uniquement des tentatives, et d'étudier les éléments qui les caractérisent ainsi que leur évolution potentielle.

La typologie de la plage est un facteur qui varie fortement entre les saisons, parfois même au cours d'une même saison en fonction entre autres des conditions climatiques, des marées et des houles. Durant le suivi terrain, la description du site de ponte et le suivi de ses variations (pente de la plage, granulométrie, présence de végétation, de pierres ponce, etc...) peuvent apporter des éléments explicatifs sur le comportement des femelles nidifiant, ainsi que sur les succès et échecs des éclosions et émergences. Cette étude doit être planifiée sur un long terme afin d'étudier les évolutions de profils et les préférences spécifiques de la population nidifiant.

C.2. Sensibilisation et protection des aires de nidification

C.2.1. La sensibilisation sur le site de ponte

Sur la plage de la Roche Percée, les menaces qui pèsent sur la population des tortues grosses têtes venant pondre sont entre autre:

- certains usagers ne respectant pas les règles de bonne conduite à suivre en période de ponte
- les chiens errants ou non tenus en laisse déterrants les nids et s'attaquant parfois aux femelles adultes
- les lumières (des phares et des personnes présentes sur la plage)
- la présence de voitures sur la plage
- le braconnage des œufs

Ces menaces mettent en péril la réussite des pontes, la pérennité du site et la survie de cette population. Les mesures coercitives telles que les lois et réglementations prévoyant des peines et amendes en cas d'infraction (cf. Annexe 1) ne suffisent parfois pas à limiter les menaces anthropiques pesant sur les tortues présentes dans les eaux calédoniennes. Le faible nombre de personnes assermentées ne permet pas une application optimale de ces textes. Il est donc primordial de mener des actions de sensibilisation auprès du public afin d'optimiser la prise de conscience et une appropriation des problématiques.

Les missions de surveillance de l'association sur les plages de ponte permettent de limiter certains impacts et de sensibiliser les usagers présents grâce aux rondes quotidiennes pendant toute la saison de ponte.

❖ **La sensibilisation lors des rondes du soir et du matin**

Aujourd'hui, l'association dénombre près de 800 personnes rencontrées sur la plage à chaque saison de ponte. Une fréquentation trop importante du site représente une problématique majeure puisqu'elle peut engendrer des échecs de ponte, et pourrait occasionner à long terme un abandon du site de ponte. L'accès à la plage de la Roche Percée n'est pas interdit pendant la saison de ponte et d'émergence. La gestion de nombreux usagers sur la plage afin de limiter les risques de nuisance pour les tortues est donc particulièrement complexe.

Constatant le nombre croissant de personnes présentes sur la plage souhaitant observer des tortues, l'association ouvre pendant un temps ses rondes de nuit au public. Effectivement, ces usagers n'étaient bien souvent pas sensibilisés et présentaient des comportements impactant la montée des

tortues. L'association pouvait ainsi encadrer ces personnes, tout en apportant des informations et en les sensibilisant aux bonnes pratiques. Rapidement, le nombre trop important de visiteurs lors des rondes et le manque de personnel de l'association ne permit plus un encadrement optimal de cette activité, et causait un dérangement aux tortues marines. Les rondes furent alors fermées au public. La sensibilisation lors de l'observation des animaux peut cependant être très bénéfique, car elle permet une appropriation des thématiques et enjeux par le public observant les tortues dans leur milieu naturel. Cette pratique nécessite des moyens humains adaptés et une organisation minutieuse, les impacts devant être parfaitement maîtrisés et minimisés.

Bien que les rondes ne soient plus ouvertes au public, la plage reste libre d'accès et l'équipe de Bwärä doit faire face à des usagers de la plage aux profils variés : touristes curieux de voir les tortues et allumant des lumières pour tenter de les observer, personnes non préoccupées par les enjeux environnementaux mais causant des nuisances sonores et /ou lumineuses (feux, lampe)...etc... C'est pourquoi il est recommandé d'effectuer les rondes par groupe de deux personnes à minima, et de préférence par une équipe mixte homme/femme, ceci facilitant les échanges avec les personnes rencontrées. Les missions de surveillance quotidienne de l'association sur les plages de ponte permettent ainsi de limiter les dérangements causés par les usagers, mais également d'écarter la menace des chiens errants.

La sensibilisation du public sur la plage est donc indispensable, la période de ponte et d'émergence étant cruciale pour la survie de ces espèces. Cependant, les personnes interpellées durant les rondes ont souvent déjà causé un dérangement. De nombreuses personnes viennent sur la plage afin d'observer les tortues mais ne connaissent pas le comportement à adopter afin d'éviter tout dérangement. Par ailleurs, les éco-gardes doivent assurer une double mission au cours des rondes : le suivi des tortues et la sensibilisation des usagers présents. Cette dernière n'est donc pas toujours optimale, en fonction du nombre d'éco-gardes/bénévoles présents et de l'activité des tortues. Afin d'être le plus efficace possible, l'association doit proposer aux visiteurs une information durant la journée, afin de les sensibiliser en amont.

❖ Sensibilisation pendant la journée au sein de l'association Bwärä

Au regard des dérangements durant la saison de ponte, l'activité de sensibilisation diurne revêt une grande importance. Il s'avère que la majorité des dérangements provient de la méconnaissance de la biologie de cette espèce.

L'association Bwärä a élaboré, dès la saison de ponte 2014/2015, en partenariat avec le WWF Nouvelle-Calédonie et la Fondation Nature et Découverte, une exposition basée au sein de l'association (itinérante si besoin) sous forme de panneaux de sensibilisation sur la biologie et les enjeux de préservation des tortues marines. Il s'agit d'une sensibilisation ludique et interactive qui s'adresse aux visiteurs désireux d'avoir des informations sur ces espèces, ainsi qu'aux scolaires.

La préservation de l'environnement est également reliée à la sphère économique, par les activités touristiques notamment. Les tortues attirent la curiosité des touristes, tant en mer que sur les plages de ponte. Concilier tourisme et protection de l'environnement est possible si les visiteurs sont sensibilisés sur les règles à respecter sur les sites de ponte afin de réduire les dérangements ; ces règles sont indiquées sur les panneaux de sensibilisation.

Enfin, les tortues marines sont un symbole fort de la Nouvelle-Calédonie. Communiquer sur la fragilité de ces espèces c'est ainsi promouvoir mais aussi préserver le patrimoine naturel et culturel calédonien. Eveiller les consciences sur la nécessité de conserver cette richesse auprès du public scolaire, qui seront les adultes de demain, est donc fondamental. L'éducation à l'environnement vise à faire naître dès le plus jeune âge des aptitudes et des attitudes responsables vis-à-vis de la nature.

La sensibilisation, qu'elle soit effectuée sur le terrain, durant la journée au sein de l'association, auprès des écoles ou lors d'évènements locaux est essentielle. La sensibilisation du plus grand nombre sur les enjeux de conservation de la biodiversité et de l'environnement doit être une priorité de l'association, afin d'informer et de réduire les menaces liées aux activités humaines et leurs impacts sur ces espèces menacées.

C.2.2. La protection des aires de nidification

❖ La protection des nids grâce aux rondes quotidiennes

De 2006 à 2011, l'association protégeait les nids en positionnant des cages métalliques sur chacun d'entre eux. Ces cages permettaient de réduire les risques de prédation par les chiens errants, qui étaient très nombreux à l'époque et déterraient les nids. Ce procédé s'est révélé être d'une efficacité à double tranchant : certes, les cages rendaient les œufs inaccessibles aux chiens, en revanche, ils étaient un repère idéal pour les personnes consommatrices d'œufs ou souhaitant les commercialiser. Les actions de sensibilisation menées par Bwără et la province Sud ayant en outre permis de réduire considérablement la présence de chiens sur la plage, l'association cessa la pose de cage en 2012 pour opter pour une localisation plus discrète des nids. L'emplacement du nid est dorénavant identifié selon sa distance par rapport à des éléments de repère fixes (méthode de triangulation).

La surveillance lors des rondes s'est avérée dissuasive et contribue à limiter le braconnage des œufs. La menace des chiens errant est encore présente. La fourrière municipale de Nouméa, dans le cadre d'un accord avec la province Sud, se déplace une à deux fois par mois durant la saison sur le site de nidification afin d'écarter les chiens divagants.

La protection des nids passe aussi par le déplacement de ces derniers lorsqu'il est absolument certain qu'ils seront détruits par les hautes marées. Le nid doit être transféré en respectant le plus fidèlement possible les caractéristiques du nid initial et ce, afin d'occasionner le moins de variations possible (cf. Annexe 7).

❖ La présence de gardes-nature

Dans le cadre de la protection des sites durant la saison de ponte et d'émergence, l'association est appuyée par la présence de gardes-nature provinciaux chargés de faire respecter les règles relatives à la protection de l'environnement. Ils sont assermentés et peuvent donc délivrer des amendes aux personnes commettant des infractions au regard de la législation protégeant notamment les espèces menacées. Leur soutien est important puisque l'association n'est pas habilitée à verbaliser les usagers des sites de pontes, elle ne peut qu'informer des règles.

❖ La revégétalisation des sites de pont

Depuis 2008, l'association a mis en place une pépinière afin de revégétaliser l'arrière plage de la Roche Percée et la Baie des Tortues. La revégétalisation côtière permet de stabiliser les plages et de former une zone tampon naturelle entre la terre et la mer limitant la pollution lumineuse (Conant et al., 2009). L'association replante des espèces natives déjà présentes sur site afin d'éviter l'introduction d'espèces non indigènes sur les aires de nidification. Afin d'optimiser ce champ de compétence sur l'entretien de plants en pépinière et la restauration du couvert végétal, il serait intéressant d'organiser des échanges entre Bwără et d'autres acteurs locaux ayant une expérience historique et territoriale sur cette thématique, afin d'échanger sur les procédures et techniques existantes et de bénéficier des expériences acquises localement.

CONCLUSION

Le site de la Roche Percée est aujourd'hui le seul site de ponte de Nouvelle-Calédonie, toute espèce confondue, suivie de façon exhaustive durant la saison de ponte grâce à Bwără. La création de l'association, les données récoltées et le travail de sensibilisation mené ont entre autre permis la reconnaissance de ce site de ponte et le suivi de la population nidifiant, œuvrant ainsi pour sa préservation. Si huit années de suivi ne sont pas suffisantes pour dresser un bilan de santé de la population, les analyses présentées dans ce rapport offre cependant un état des lieux des données récoltées depuis 2006, et présente les premières caractéristiques de la population étudiée. A ce jour, ce type d'analyse n'a été réalisé pour aucun autre site de ponte en Nouvelle-Calédonie.

La population nidifiant à la Roche Percée était, d'après les archives, beaucoup plus importante il y a quelques dizaines d'années. La fréquentation de la plage par les tortues grosses têtes ne présente pas de tendance particulière sur les huit dernières années, avec une moyenne annuelle de montées de 305 traces et une moyenne annuelle de ponte de 182. Bien que moins important en terme de fréquentation que le site de Mon Repos, ou encore les atolls d'Entrecasteaux et de Chesterfield pour les tortues vertes, la Roche Percée n'en reste probablement pas moins le site de ponte de *Caretta caretta* le plus important de Nouvelle-Calédonie. A ce titre, il doit faire l'objet de mesures de conservation adéquates et la population nidifiant doit être suivie et protégée.

Les données relevées par l'association ont notamment permis d'estimer le succès de ponte, dont les fluctuations potentielles sont un bon indicateur de l'évolution des paramètres qui rendent le site plus ou moins propice pour la ponte. Le succès de ponte a fluctué durant les huit années de suivi, avec une moyenne de 61%. Ces fluctuations reflètent les impacts que peuvent avoir certains aménagements du littoral, tel que le réensablement de la plage, et le dérangement causé par une trop forte fréquentation du site. Ces deux paramètres constituent les principales menaces pesant sur la Roche Percée actuellement. Si de nouveaux travaux d'aménagement étaient envisagés, et/ou si la fréquentation touristique venait à augmenter, il sera nécessaire d'évaluer tous les impacts potentiels et de prendre les décisions adéquates afin d'assurer en premier lieu la pérennité du site de ponte.

Etant donné l'importance de ce site de ponte au niveau du territoire, il paraît nécessaire d'optimiser le travail de sensibilisation, auprès des usagers rencontrés sur la plage mais aussi à destination d'un plus large public. La sensibilisation représente un des grands enjeux de l'association pour les années à venir.

Huit années de données ne représentent pas une période de suivi assez longue pour déceler des tendances potentielles et évaluer l'état de santé de la population nidifiant, étant donnée la maturité sexuelle tardive des tortues marines. Un suivi sur 20 ans minimum est recommandé (SWOT, 2011), afin de pouvoir identifier des tendances potentielles dans l'évolution de la population. Il est donc indispensable de continuer la récolte de données utiles au suivi. Les données recommandées dans ce rapport, les protocoles attachés et les outils de bancarisation proposés œuvrent dans ce sens.

Les tortues marines peuvent changer de site de ponte, occasionnellement ou de façon définitive, si leur plage initiale présente trop de contraintes. Ainsi, il est important que les plages proches de la Roche Percée (notamment Baie des Tortues et Baie des Amoureux) soient prospectées régulièrement afin d'avoir une idée de l'évolution de leur fréquentation par les tortues grosses têtes. Les îlots proches de Bourail pourraient aussi être suivis ponctuellement, pour ces mêmes raisons, en collaboration avec d'autres acteurs. Plus généralement, il serait pertinent d'élaborer un réseau d'échanges sur les informations relatives aux tortues grosses têtes, dans une dynamique de cohésion territoriale pour la préservation des tortues marines.

Il est nécessaire que l'association continue son travail en partenariat avec d'autres acteurs impliqués pour la conservation des tortues marines, afin de mettre en résonance les données récoltées, de bénéficier d'appuis financiers, techniques et logistiques, de partager son expérience et de rayonner au niveau territorial. Le partage et la diffusion de données au niveau du Pacifique, qui représente l'échelle de conservation pour ces espèces menacées migratrices, pourra de même être optimisé afin d'inclure le travail réalisé sur la Roche Percée dans une dimension régionale de conservation des tortues marines.

BIBLIOGRAPHIE

- Abella, E., A. Marco and J. L. F. Lopez (2007). "Success of delayed translocation of loggerhead turtle nests." The Journal of Wildlife Management **71**(7): 2290-2296.
- Ackerman, R. A. (1980). "Physiological and ecological aspects of gas exchange by sea turtle eggs." American Zoologist **20**(3): 575-583.
- Ackerman, R. A., P. L. Lutz and J. A. Musick (1997). "The nest environment and the embryonic development of sea turtles." The biology of sea turtles **1**: 83-106.
- Balazs, G. H. (1999). "Factors to consider in the tagging of sea turtles." Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication **4**: 1-8.
- Bentivegna, F., G. Treglia and S. Hochscheid (2005). The first report of a loggerhead turtle *Caretta caretta* nest on the central Tyrrhenian coast (western Mediterranean), JMBA2–Biodiversity Records, Ref.
- Bjorndal, K. A. and A. B. Bolten (1989). "Comparison of straight-line and over-the-curve measurements for growth rates of green turtles, *Chelonia mydas*." Bulletin of Marine Science **45**(1): 189-192.
- Bolten, A. B. (1999). "Techniques for measuring sea turtles." Research and management techniques for the conservation of sea turtles **4**: 1-5.
- Bolten, A. B. (2003). "Active swimmers-passive drifters: the oceanic juvenile stage of loggerheads in the Atlantic system." Loggerhead sea turtles: 63-78.
- Booth, D. T. and C. Freeman (2006). "Sand and nest temperatures and an estimate of hatchling sex ratio from the Heron Island green turtle (*Chelonia mydas*) rookery, Southern Great Barrier Reef." Coral reefs **25**(4): 629-633.
- Bowen, B. W. (2003). "What is a loggerhead turtle? The genetic perspective." Loggerhead Sea Turtles. Smithsonian Books, Washington, DC: 7-27.
- Bowen, B. W. and S. A. Karl (2007). "Population genetics and phylogeography of sea turtles." Molecular Ecology **16**(23): 4886-4907.
- Bustard, H. R. (1972). "Sea turtles: natural history and conservation."
- Carthy, R. R., A. M. Foley and Y. Matsuzawa (2003). "Incubation environment of loggerhead turtle nests: effects on hatching success and hatchling characteristics." Loggerhead sea turtles: 144-153.
- Christens, E. (1990). "Nest emergence lag in loggerhead sea turtles." Journal of Herpetology: 400-402.
- Conant, T. A., P. H. Dutton, T. Eguchi, S. P. Epperly, C. C. Fahy, M. H. Godfrey, S. L. MacPherson, E. E. Possardt, B. A. Schroeder and J. A. Seminoff (2009). "Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) 2009

status review under the US Endangered Species Act." Report of the loggerhead biological review Team to the National Marine Fisheries Service **222**: 5-2.

Daniel, R. S. and K. U. Smith (1947). "The sea-approach behavior of the neonate loggerhead turtle, *Caretta caretta*." Journal of comparative and physiological psychology **40**(6): 413.

Dodd, J. R. and K. C (1988). Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758), DTIC Document.

Ernest, R. G. (1999). "Martin County Beach Nourishment Project, Sea Turtle Monitoring and Studies." 1997 Annual Report. Ecological Associates, Inc., Jensen Beach, Florida.

Flynn, L. N. (2012). Thermal Determinants of Nest Site Selection in Loggerhead Sea Turtles, *Caretta caretta*, at Casey Key, Florida, University of South Florida.

Georges, A., C. J. Limpus and J. Parmenter (1993). "Family Cheloniidae. In Fauna of Australia." Amphibia and Reptilia. Glasby, C. J., G. J. B. Ross and P. L. Beesley Vol. 2A (Australian Government Publishing Service, Canberra): Chapter 17, 120-128.

Grain, D. A., A. B. Bolten and K. A. Bjorndal (1995). "Effects of beach nourishment on sea turtles: review and research initiatives." Restoration Ecology **3**(2): 95-104.

Hatase, H., N. Takai, Y. Matsuzawa, W. Sakamoto, K. Omuta, K. Goto, N. Arai and T. Fujiwara (2002). "Size-related differences in feeding habitat use of adult female loggerhead turtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable isotope analyses and satellite telemetry." Marine Ecology Progress Series **233**: 273-281.

Hawkes, L., A. C. Broderick, M. H. Godfrey and B. J. Godley (2007). "Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population." Global Change Biology **13**(5): 923-932.

Hirayama, R. (1998). "Oldest known sea turtle." Nature **392**(6677): 705-708.

IUCN (2014). "International Union for Conservation of Nature." IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.

Kamel, S. J. and N. Mrosovsky (2006). "Deforestation: risk of sex ratio distortion in hawksbill sea turtles." Ecological Applications **16**(3): 923-931.

Lanyon, J. M., C. J. Limpus and H. Marsh (1989). "Dugongs and turtles: grazers in the seagrass system." Biology of Seagrasses. Elsevier, Amsterdam **610**.

Laurent, L., M. N. Bradai, D. H. Hadoud, H. M. El Gomati and A. A. Hamza (1999). "Marine turtle nesting activity assessment on Libyan coasts, Phase 3: Survey of the coast to the West of Misratah." RAC/SPA and UNEP, Tunis.

Limpus, C. J. (1971). "Sea turtle ocean finding behaviour." Search **2**(10): 385-387.

Limpus, C. J. (1985). "A study of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in eastern Australia."

Limpus, C. J. (1992). "Estimation of tag loss in marine turtle research." Wildlife Research **19**(4): 457-469.

- Limpus, C. J. (1994). "The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: feeding ground selection following her first breeding season. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC." (351, 78–81).
- Limpus, C. J. (2008). "A BIOLOGICAL REVIEW OF AUSTRALIAN MARINE TURTLES." Loggerhead turtle, *Caretta caretta*: 72.
- Limpus, C. J., A. Fleay and M. Guinea (1984). "Sea turtles of the Capricornia Section, Great Barrier Reef." The Capricornia section of the Great Barrier Reef. Past Present and Future.(Royal Society of Queensland and Australian Coral Reef Society: Brisbane): 61-78.
- Limpus, C. J. and D. J. Limpus (2003). "Loggerhead turtles in the equatorial and southern Pacific Ocean: a species in decline." Loggerhead Sea Turtles. Smithsonian Books, Washington DC: 199-209.
- Limpus, C. J., P. Reed and J. D. Miller (1983). Islands and turtles. The influence of choice of nesting beach on sex ratio. Proceedings: inaugural Great Barrier Reef conference. James Cook University Press, Townsville.
- Limpus, C. J., P. C. Reed and J. D. Miller (1985). "Temperature dependent sex determination in Queensland sea turtles: intraspecific variation in *Caretta caretta*." Biology of Australasian frogs and reptiles: 343-351.
- Lorne, J. K. and M. Salmon (2007). "Effects of exposure to artificial lighting on orientation of hatchling sea turtles on the beach and in the ocean." Endangered species research **3**(1): 23-30.
- Lutcavage, M. E., P. Plotkin, B. Witherington and P. L. Lutz (1997). "Human impacts on sea turtle survival." The biology of sea turtles **1**: 387-409.
- Matsuzawa, Y., K. Sato, W. Sakamoto and K. Bjorndal (2002). "Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan." Marine Biology **140**(3): 639-646.
- McGehee, M. A. (1990). "Effects of moisture on eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*)." Herpetologica **46**: 251-258.
- McGehee, M. A. and M. Angela (1979). Factors affecting the hatching success of loggerhead sea turtle eggs:(*Caretta caretta caretta*), University of Central Florida.
- Miller, J. D. (1982). Embryology of marine turtles, University of New England, Armidale, New South Wales, Australia.
- Miller, J. D. (1985). "Embryology of marine turtles." Biology of The Reptilia **Vol. 14a**.
- Miller, J. D. (1997). "Reproduction in sea turtles. In Lutz P.L. et Musick J.A. (Eds). The Biology of sea turtles." New York, CRC Press: 51-83, 432.
- Miller, J. D., K. A. Eckert and F. A. Bjorndal (1999). "Determining clutch size and hatching success." Research and management techniques for the conservation of sea turtles(IUCN/SSC Marine Turtle Special): 124–129.
- Milton, S. L., A. A. Schulman and P. L. Lutz (1997). "The effect of beach nourishment with aragonite versus silicate sand on beach temperature and loggerhead sea turtle nesting success." Journal of Coastal Research: 904-915.

- Moreno-Mendoza, N., V. R. Harley and H. Merchant-Larios (1999). "Differential expression of SOX9 in gonads of the sea turtle *Lepidochelys olivacea* at male-or female-promoting temperatures." The Journal of experimental zoology **284**(6): 705-710.
- Mortimer, J. A. (1990). "The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*)." 802–817.
- Mortimer, J. A. (1999). "Reducing threats to eggs and hatchlings: hatcheries." Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication(4): 175-178.
- Mrosovsky, N. (1980). "Thermal biology of sea turtles. ." American Zoologist **20**: 531-547.
- Mrosovsky, N. (1988). "Pivotal temperatures for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from northern and southern nesting beaches." Canadian Journal of Zoology **66**(3): 661-669.
- Mrosovsky, N. and S. J. Shettleworth (1982). "What double tagging studies can tell us." Marine Turtle Newsletter **22**: 11-15.
- Mrosovsky, N. and C. Yntema (1980). "Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices." Biological Conservation **18**(4): 271-280.
- Murphy, T. A. and S. H. Murphy (1989). "Management research needs. Monitoring nesting beaches. N.O.A.A. Technical Memorandum." (N.M.F.S.-S.E.F.C. 226, 220-225).
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca and J. Kent (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities". Nature **403**: 853-858.
- Nelson, D. A., K. Mauck and J. Fletemeyer (1987). Physical effects of beach nourishment on sea turtle nesting, Delray Beach, Florida. Technical Report EL-87-15, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Olsen (2006). "Associates Inc. Hilton Head Island, SC. 2005/06 Beach Restoration Project. Sea Turtle Protection Plan,." 4.
- Pritchard, P. C. H. (1979). Encyclopedia of Turtles, T.F.H.
- Read, T., D. T. Booth and C. J. Limpus (2013). "Effect of nest temperature on hatchling phenotype of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from two South Pacific rookeries, Mon Repos and La Roche Percée." Australian Journal of Zoology **60**(6): 402-411.
- Rimblot, F. (1986). Influence de la température sur la différenciation sexuelle, en incubation artificielle et naturelle, chez la tortue Luth, *Dermochelys coriacea*.
- Rivalan, P. (2004). La dynamique des populations de tortues luths de Guyane française. In UFR Scientifique d'Orsay. p. 249. Université de Paris Sud XI.
- Salmon, M., R. Reiners, C. Lavin and J. Wyneken (1995). "Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. I. Correlates of nest placement." Journal of Herpetology: 560-567.
- Salmon, M., J. Wyneken, E. Fritz and M. Lucas (1992). "Seafinding by hatchling sea turtles: role of brightness, silhouette and beach slope as orientation cues." Behaviour: 56-77.

Schroeder, B. and S. Murphy (1999). "Population Surveys (ground and aerial) on Nesting Beaches." Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles.

South-Carolina-Department (2007). "South Carolina Department of Natural Resources Guidelines for Marine Turtle Permit Holders – Nest protection management." Wildlife & Freshwater Fisheries: 14.

Steinitz, M. J., M. Salmon and J. Wyneken (1998). "Beach renourishment and loggerhead turtle reproduction: a seven year study at Jupiter Island, Florida." Journal of Coastal Research: 1000-1013.

SWOT (2011). "Normes minimales en matière de données de suivi des plages de ponte."

Taylor (2007). "Coastal Engineering Narrative Walton County 30A Corridor Beach Restoration Project." 8.

Thiel, R. P. (2007). "Turtle nest surveys: gravid female turtle mark-recapture population survey." 9.

Van Dam, R. P. and C. E. Diez (1997). "Predation by hawksbill turtles on sponges at Mona Island, Puerto Rico," Smithsonian Tropical Resesearch Institute **V2**: 1421-1426.

Verheijen, F. J. (1985). "Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causation, remedies." Exp Biol 44:41–18.

Weishampel, J. F., D. A. Bagley, L. M. Ehrhart and B. L. Rodenbeck (2003). "Spatiotemporal patterns of annual sea turtle nesting behaviors along an East Central Florida beach." Biological Conservation **110**(2): 295-303.

Witherington, B. E. (1997). "The problem of photopollution for sea turtles and other nocturnal animals." Behavioral approaches to conservation in the wild: 303-328.

Wood, D.W. and K. A. Bjorndal. 2000. Relation of temperature, moisture, salinity, and slope to nest site selection in Loggerhead Sea Turtles. Copeia: 119-128.

Wood, A., D. T. Booth and C. J. Limpus (2014). "Sun exposure, nest temperature and loggerhead turtle hatchlings: Implications for beach shading management strategies at sea turtle rookeries." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **451**: 105-114.

Wyneken, J. and D. Witherington (2001). The anatomy of sea turtles, Southeast Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, US Department of Commerce.

ZCO (2009). "Plan de gestion de la Zone Cotière Ouest."

ANNEXES

Annexe 1 : Règlements relatifs aux tortues marines

❖ Législation provinciale

Extraits des articles du code de l'environnement de la province Sud relatifs à la législation en matière de préservation des espèces protégées :

Article 240 – 1

[...] objet : « *préserver la biodiversité néocalédonienne en déterminant les espèces animales ou végétales endémiques, rares ou menacées qui doivent être protégées et en réglementant les conditions dans lesquelles il peut être dérogé aux interdictions fixées dans le cadre de cette protection* »

Ci-dessous, les espèces de tortues marines identifiées dans la liste des espèces animales qui doivent être protégées :

Cheloniidae Chelonia mydas Tortue verte

Cheloniidae Lepidochelys olivacea Tortue olivâtre

Dermochelyidae Dermochelys coriacea Tortue luth

Cheloniidae Eretmochelys imbricata Tortue imbriquée

Cheloniidae Caretta caretta Tortue caouanne ou grosse tête

Cheloniidae Natator depressus Tortue à dos plat

Article 240-3

I. - Sont interdits :

1° *La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la chasse, la pêche, la mutilation, la destruction, la consommation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation des spécimens des espèces animales mentionnées à l'article 240-1, leur détention, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;*

2° *Le transport, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tous produits ou toutes parties issus d'un spécimen de ces espèces ;*

3° *La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales.*

II. - Pour l'application des dispositions du I on entend par :

2° « *perturbation intentionnelle de tortues marines* », notamment, *l'approche à une distance inférieure à 10 mètres, la production de lumière ainsi que l'introduction de chiens sur les sites et en période de ponte et d'émergences ;*

3° [...] *l'usage de pétards et de feux d'artifices ainsi que l'introduction de chiens sur les sites et en période de reproduction et de ponte.*

III. - Les interdictions mentionnées aux 1° et 3° du I ne sont pas applicables aux titulaires d'une autorisation délivrée en application de l'article 233-1, pour les spécimens situés dans le périmètre de l'écosystème. »

Article 240-8

« I. - Est puni de six mois d'emprisonnement et de 1 073 000 francs CFP d'amende le fait, en violation des interdictions prévues par les dispositions des articles [cités précédemment]
[...]II. - L'amende est doublée lorsque ces infractions sont commises dans une aire protégée. »

Article 240-5

« I. - Il peut être dérogé, par arrêté du président de l'assemblée de province, aux interdictions prévues aux articles 240-2 et 240-3. Si elle ne nuit pas au maintien dans un état de conservation favorable des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle, cette dérogation peut être accordée »

Appendice 1 – Délibération du Bureau de l'Assemblée de la Province Sud.

[...] certaines de ces espèces font l'objet de mesures particulières, du fait des usages locaux. Il s'agit principalement de ne pas sanctionner des comportements usuels, dans la stricte mesure où ils sont mis en œuvre de façon à ne pas porter atteinte à la pérennité de l'espèce.

Délibération n° 10 167-2009/BAPS du 3 avril 2009 relative à la protection des tortues vertes (Chelonia mydas), espèce protégée

Article 1

[...] la pêche, la consommation, la détention et le transport de tortue verte, ainsi que le transport et l'utilisation de toutes parties issues d'une tortue verte peuvent être autorisés par arrêté du président de l'assemblée de province à l'occasion de cérémonies coutumières.

La demande de dérogation, transmise et avalisée par écrit par l'autorité coutumière concernée, doit indiquer le nombre de tortues sollicitées ainsi que la période et les zones de pêche.

❖ Législation française et internationale

Convention de Washington, CITES : La convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction.

Entrée en vigueur en France en 1978, signée en 1973.

Cette convention vise à réguler le commerce international des espèces menacées. Toutes les tortues marines figurent dans l'annexe 1 de cette convention et à ce titre aucun commerce international de ces animaux ou de leurs dérivés ne peut être réalisé par un pays signataire de ce texte.

Convention de Bonn, CMS : La convention sur les espèces migratrices appartenant à la faune sauvage.

Entrée en vigueur en France en 1986, signée en 1979.

Cette convention vise à protéger la faune sauvage migratrice, notamment en tentant d'homogénéiser la protection des espèces se déplaçant sur plusieurs pays ; toutes les tortues marines figurent en appendice 1 de cette convention. A ce titre, les pays signataires doivent : interdire la capture de ces animaux, s'efforcer de préserver leur habitat, supprimer les facteurs limitant les migrations et contrôler les autres facteurs pouvant menacer les tortues marines.

Convention de Rio de Janeiro, CBD : La convention sur la diversité biologique

Entrée en vigueur en France en 1994, signée en 1992.

Cette convention vise à conserver la diversité biologique. Les pays signataires de ce texte s'engagent à développer des stratégies, plans et programmes nationaux visant à conserver la diversité biologique sur leur territoire. Cela passe par la mise en place d'aires protégées, la réhabilitation et la

restauration des écosystèmes dégradés, la régulation et la gestion des activités affectant la diversité biologique.

Annexe 2 : Autorisation de la Direction de l'Environnement de la province Sud

Relative à l'approche et à la détention provisoire de tortues *Caretta caretta*.



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉSIDENTENCE

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL

N° 2770-2013/ARR/DENV

du : 18 NOV. 2013

AMPLIATIONS

Commissaire délégué	1
DENV	1
Commune de Bourail	1
Intéressé	1

ARRÊTÉ

accordant à l'association Bwără Tortues Marines une dérogation relative à l'approche et à la détention provisoire de tortues grosse tête *Caretta caretta*, espèce protégée, au sein d'une réserve naturelle

LA PRÉSIDENTE DE L'ASSEMBLÉE DE LA PROVINCE SUD

Vu la loi organique modifiée n° 99-209 du 19 mars 1999 relative à la Nouvelle-Calédonie,

Vu le code de l'environnement de la province Sud ;

Vu le rapport n°2152-2013/ARR du 28 octobre 2013,

ARRÊTÉ

ARTICLE 1 : Une dérogation est accordée à l'association Bwără Tortues Marines, pour l'approche, la capture, la détention temporaire, la prise de mesures et le baguage de tortues marines grosse tête *Caretta caretta* ainsi que le déplacement de leurs œufs selon les conditions émises aux articles 2 et 3.

ARTICLE 2 : Cette dérogation est valable au sein de la réserve naturelle de la Roche Percée et de la Baie des Tortues, commune de Bourail, jusqu'au 31 mai 2014 inclus, sous réserve de la tenue d'un registre des observations et mesures détaillé. Ce registre sera transmis au terme de l'autorisation à la direction de l'environnement de la province Sud.

ARTICLE 3 : Le présent arrêté n'est valable que selon les prescriptions suivantes :

- l'approche n'est autorisée que lorsque la tortue a commencé à pondre ou lorsque celle-ci redescend vers la mer en cas d'aller-retour sans ponte ;
- l'approche ne se fait que par l'arrière, pour ne pas être vu par la tortue lors de la ponte, ou sur le côté pour le baguage lorsqu'elle redescend vers la mer ;
- l'approche des animaux se fera sans lumière ou à l'aide d'une lumière rouge pour les manipulations, si cela est nécessaire ;
- la manipulation des animaux devra durer moins de 5 minutes au total (mesures et baguage) ;
- lorsque l'animal doit être immobilisé pour le baguage ou les mesures, un linge devra être positionné sur les yeux de l'animal en prenant soin d'exclure les narines et sans orienter la tête vers le sable ;
- le baguage s'effectuera uniquement sur l'une des deux palettes natatoires antérieures, à l'aide d'une bague en titane et de la pince appropriée ;

- les nids seront creusés et déplacés uniquement s'ils sont positionnés sur une zone systématiquement recouverte par les marées hautes de mortes eaux où s'il a été observé que les derniers œufs pondus sont situés à moins de 20 cm de la surface ;
- lors des émergences, les nids ne pourront être creusés que 24 heures après l'observation de l'émergence principale ;
- les juvéniles peuvent être réorientés vers la mer uniquement s'ils se dirigent de façon certaine dans la mauvaise direction et seront dans ce cas attrapés avec la main remplie de sable ;
- les juvéniles vivants retrouvés au fond du nid à l'issue des 24 heures pourront également être réorientés vers la mer.
- les baguages des animaux adultes et le déplacement des nids sont mis en œuvre par Kevin Fournière, Ludovic Renaudet, Dominique Lafage, Frédéric Avril, Théa Jacob, Bernard Guillaumet, Roberto Bottaro, Madeline Harry ;
- les prises de mesures sont mises en œuvre par Kevin Fournière, Ludovic Renaudet, Dominique Lafage, Frédéric Avril, Théa Jacob, Roberto Bottaro, Bernard Guillaumet, Karine et Christophe Mesnier, Laetitia et Sébastien Fritsch, Alexandre Dorigny, Madeline Harry.

ARTICLE 4 : Le présent arrêté sera transmis à Monsieur le commissaire délégué de la République et notifié à l'intéressé.

Le directeur de l'environnement,

J. FOURMY

Annexe 3 : Clé de détermination des tortues marines (d'après CPS)

7 espèces de tortues marines

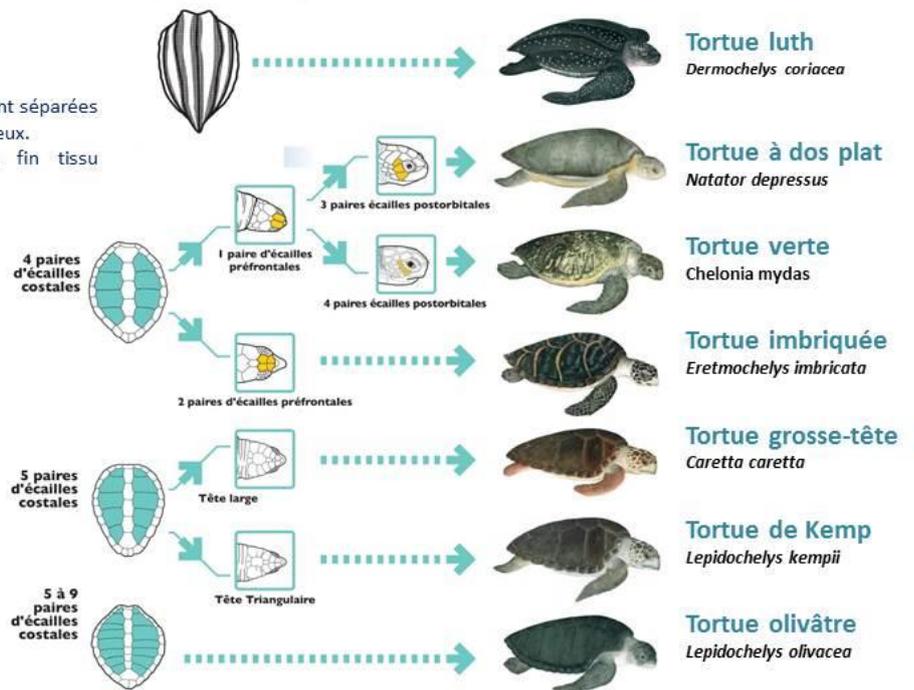
2 Familles:

• Dermochelyidae

La colonne vertébrale et les côtes sont séparées par une épaisse couche de tissu adipeux.
La dossière est recouverte d'un fin tissu dermique.

• Cheloniidae

La colonne vertébrale et les côtes sont soudées à la carapace.
La carapace est recouverte de plaques cornées (les écailles).



Annexe 5 : Fiche terrain suivi individuel

Fiche Individuelle - Saison 2014/2015		Capture n°
Date :	Observateur :	
Heure de découverte:	Etat d'avancement :	
Heure début présumée :		
Heure de fin :		
Ponte: Oui <input type="checkbox"/>	A/R <input type="checkbox"/>	Tentative <input type="checkbox"/>
Observation:		
Capture : <input type="checkbox"/>	Recapture : <input type="checkbox"/>	
Bague AVG :	Bague AVD:	
CCL :	PITTAG :	
Signe distinctif (cicatrice, anomalie) :		
.....		
.....		
Localisation :		
Caracéristique du lieu de ponte (situation sur la plage, végétation, etc...) :		
.....		
.....		
Transfert de nid à envisager ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Indiquer les raisons :		
.....		
.....		
Temps entre la ponte et le transfert du nid :	Heure de transfert :	
Durée du transfert :	Nombre d'œufs :	
Profondeur du nid :	Localisation du nid déplacé :	
Observations :		
.....		
Echantillonnage :		
Distance repère gauche :	Hauteur repère gauche :	
Distance repère milieu :	Hauteur repère milieu :	
Distance repère droit :	Hauteur repère droit :	
Nombre d'œufs :	Vidéo :	
Observations :		
.....		

Annexe 6 : Fiche échantillonnage Nids

Fiche Terrain Echantillonnage des Nids	
N° Echantillon : Localisation :	
<u>PONTE</u>	
Femelle baguée :	AVG : AVD :
Date de ponte :	Heure :
Observateurs :	
Total d'œufs observés pendant la ponte :	
Vidéo (O/N) :	
Date de l'émergence principale :	
Temps d'incubation :	
<u>EXCAVATION</u>	
Date de l'excavation :	Observateurs :
Nb coquilles vides (œufs éclos):	Nb œufs non éclos:
Nb bébés vivants dans le nid :	○ Dont développés (embryon visible) :
Nb bébés morts dans le nid :	○ Dont non développés :
	○ Dont prédatés :
Total œufs observés pendant excavation :	
Remarques :	
.....	
.....	
.....	
.....	
Caractéristiques du lieu de ponte :	
.....	
.....	

Annexe 7 : Protocoles de suivi

PARTIE 1 : Données à récolter à minima

1. Protocole de suivi des traces et pontes

1.1. Déroulement des rondes

Les pontes de tortue ont lieu généralement la nuit. Les rondes se déroulent à partir de 20h00 (ronde du soir) jusqu'à 9h00 (ronde du matin) au plus tard. Le suivi s'effectue donc soir et matin. Une patrouille, dont un éco-garde fait partie, est assignée pour ces rondes quotidiennes. A chaque ronde, la fiche terrain est remplie et les informations relevées sont reportées sur la base de données après la ronde du matin.

La ronde doit se faire en minimisant le plus possible le dérangement des tortues venant pondre. Il est nécessaire de parcourir la plage, sans lumière, en se tenant sur le sable humide, en bas de la plage au niveau de la ligne de marée haute. Il faut être attentif à ce qui se passe sur la plage pour s'assurer de ne pas causer de dérangement à une tortue qui sortirait de l'eau et ne pas manquer de traces.

En présence d'une tortue, seule la lumière rouge, orientée vers l'arrière de la tortue, peut être utilisée lors de la comptabilisation des œufs (si échantillonnage), le baguage et la mesure. La manipulation de la tortue (pour la lecture/pose de bague et mesure) doit se faire uniquement quand la tortue a terminé sa ponte, en fin de leurre ou en descente, afin de ne pas risquer une renonciation de ponte ou engendrer un stress important. Il faut toujours s'approcher de la tortue par l'arrière et ne jamais lui faire face afin de ne pas la perturber.

❖ **La ronde du soir**

Lors de cette ronde, l'équipe :

- Sillonne la plage de la Roche Percée à partir de 20h00 jusqu'aux environs de 01h00 du matin (l'heure de fin peut être repoussée si des tortues sont observées) ;
- Effectue des allers-retours sur la plage. Elle doit aboutir au même point de passage, au plus tard à une heure d'intervalle avec le premier passage (ce délai correspond au temps minimal nécessaire pour une tortue pour monter, pondre et repartir à la mer)
- Comptabilise le nombre de traces et le nombre de femelles venues pondre ;

- Procède aux relevés scientifiques : baguage ou relecture, mesure, potentiel échantillonnage du nid ;
- Intervient auprès des usagers lorsque des dérangements sont causés par ces derniers. L'équipe les informe et les sensibilise.

❖ La ronde du matin

Lors de cette ronde qui débute avec le lever du soleil, l'équipe doit :

- Comptabiliser les traces sur les plages de la Roche Percée et la Baie des Tortues ;
- Distinguer les traces vues par l'équipe du soir avec la fiche terrain initiée par l'équipe de la veille ;
- Relever les traces non observées par l'équipe du soir ;
- Déterminer la nature des traces (demi-tour, tentative de ponte ou ponte) ;
- Effacer toutes les traces ;
- Surveiller les émergences ;
- Comptabiliser les éclosions et émergences pour les nids échantillonnés ;
- Intervient auprès des usagers lorsque des dérangements sont causés par ces derniers. L'équipe les informe et les sensibilise.

1.2. Protocole à suivre lorsqu'une trace est repérée lors du suivi nocturne

1) Se déplacer sur la plage :

Comme vu précédemment, l'équipe chargée de la ronde marche au bas de la plage, sans lumière, le long de la ligne de marée, à la recherche de traces sur le sable. La vue à partir du bas de la plage permet de repérer toutes les traces et d'identifier à temps une tortue qui viendrait à sortir de l'eau afin de ne pas la perturber.

- 2) A la vue d'une trace, l'éco-garde et le groupe éventuel qui l'accompagne doivent s'immobiliser et causer le moins de bruit possible.
- 3) L'éco-garde observe la procédure idoine selon l'analyse de la trace.

❖ Observation d'une seule trace : la tortue est présente

Pendant toute la durée d'observation le groupe attend les directives de l'éco-garde en bas de la plage, sans lumière, lui seul s'approche de la tortue.

- S'approcher silencieusement de l'animal par le bas de la plage, en suivant la trace de montée sans lumière et sans bruit;
- S'accroupir à proximité de la tortue ;
- Déterminer dans quel sens est installée la tortue en repérant où est la tête de l'animal. Se positionner derrière la tortue, observer les indices qui permettent de déterminer à quelle phase de la ponte se situe la tortue : creusage de la cuvette, du puit, ponte, rebouchage du nid ou réalisation du leurre ;
- Préparer la fiche terrain et le matériel de baguage et de mesure ;
- A l'étape du leurre, chercher à lire si une bague a été posée sur les nageoires antérieures.
- Si une bague est lue, reporter l'information sur la fiche terrain. Si aucune bague n'est présente, procéder à la pose d'une bague selon le protocole de baguage et renseigner la fiche de suivi.
- Après la lecture ou pose de la bague, prendre la mesure de la carapace (méthode Longueur Courbe de la Carapace) deux fois si possible pour limiter la marge d'erreur.
- Lors du retour de la tortue à la mer, ni l'éco-garde ni le groupe ne doivent se placer entre l'animal et la mer, et la lumière doit être éteinte. Se placer sur le côté à bonne distance de la tortue pour ne pas la stresser tout en pouvant l'observer.
- Une fois la tortue repartie à la mer, l'équipe indique par un marquage sur la trace que la ponte a été observée (dessiner un trait perpendiculaire à la trace sur celle-ci, le plus haut possible afin d'éviter que les plus hautes marées ne l'effacent le lendemain matin). Cette information est destinée à l'éco-garde du matin chargé de relever les traces non comptabilisées par l'équipe de nuit la veille, afin d'éviter le double comptage.
- Retranscrire les données relevées sur la fiche terrain.
- Une case concernant les menaces potentielles sur le nid peut également être remplie (risque d'immersion lors des hautes marées). A ce stade d'observation, il faut définir si un déplacement de nid est à prévoir (cf protocole sur le transfert de nid).

❖ **Observation de deux traces : la tortue est repartie**

L'éco-garde remonte le long des traces, en évitant de marcher sur les empreintes, afin d'évaluer s'il y a eu ponte ou non.

↳ **Identifier une montée sans ponte :**

Si aucun leurre n'est visible, la probabilité qu'il y ait eu une ponte est faible. S'il n'y a pas eu de ponte, l'éco-garde détermine ce qui aurait pu causer un dérangement :

- Traces de pas (une zone piétinée manifestant un dérangement causé par des hommes) ;
- Pattes de chiens. ;
- Des rochers ou autres obstacles ayant pu gêner la tortue pour la ponte.

↳ **Identifier une montée avec ponte :**

En haut de la montée, une vaste zone dite de ponte apparaît sous la forme d'une grande surface retournée, creusée avec du sable vaporisé tout autour.

1.3. Procédure : lorsqu'une trace est repérée lors du suivi diurne

Ce suivi est effectué par l'équipe du matin.

- Réaliser le suivi en avançant sur la plage ;
- Rechercher les traces de montées ;
- Relever les traces vues par l'équipe du soir et détermine les nouvelles traces ;
- Evaluer s'il s'agit d'un « demi-tour », ou s'il y a eu ponte ;

Remarque : La présence d'un nid n'est pas toujours aisée à identifier, mais en principe le nid s'identifie par la présence de sable récemment remué et à la présence d'un leurre. Il arrive que les nids ne soient pas forcément accompagnés de traces puisque celles-ci peuvent-être effacées par la pluie, le vent ou encore la marée.

- Reporter les informations obtenues sur la fiche terrain.



2. Protocole de lecture et pose de bague

Dans la mesure du possible le baguage doit être réalisé au moment où la tortue réalise la fin de son leurre afin de ne pas risquer de la faire abandonner sa ponte et de la laisser reboucher son nid correctement. Il est très important que l'individu est bien fini de reboucher son nid pour éviter la perte de ce dernier.

Remarque : Il faut essayer d'anticiper cette étape pour être prêt à agir rapidement. Si ce n'est pas possible, on tente de baguer la tortue avant qu'elle ne reparte en mer. Si le dérangement est trop important, le baguage est abandonné.

Il est important que cette opération soit réalisée minutieusement par quelqu'un de préalablement formé. Un baguage mal effectué peut engendrer un stress important pour la tortue et des infections potentielles, de plus une bague mal posée sera difficilement lisible lors de la recapture.

- Noter le numéro de la bague à poser sur la fiche terrain avant de la disposer dans la pince.



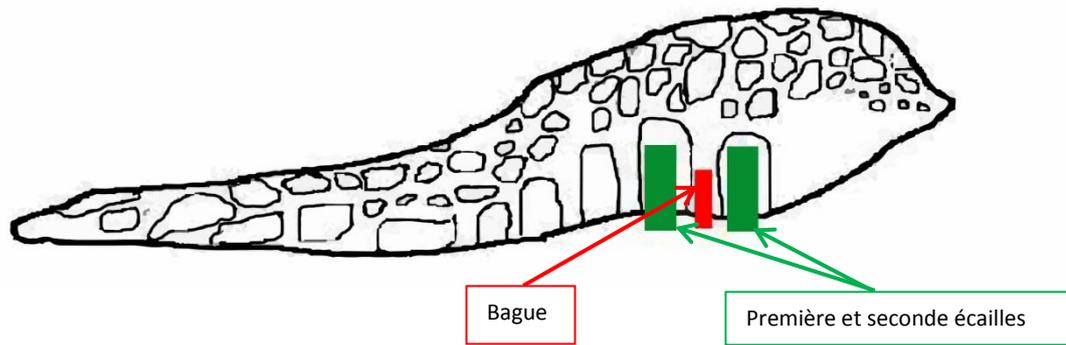
Bague de métal (Monel) utilisée lors du marquage des tortues

- Disposer la bague dans le bon sens dans la pince (pointe en face du sillon).



Dispositif (bague + pince) de baguage

- S'avancer par l'arrière avec un minimum de lumière rouge orientée uniquement vers la nageoire avant, la tête de la tortue ne doit pas être éclairée.
- Si la tortue redescend à la mer, une personne habilitée à toucher la tortue aide l'éco-garde en maintenant la tortue pour l'immobiliser durant le processus. Pour cela, elle peut placer une serviette ou un tissu épais sur la tête de la tortue.
- Passer délicatement la main le long de la carapace et tâter la nageoire afin de déterminer si la tortue a déjà été baguée. Lire le numéro de la bague ou du PITTAG. Renseigner le numéro relevé sur la fiche terrain.
- Si la tortue n'est pas baguée, poser la bague entre la première et la deuxième écaille de la nageoire avant. Laisser un espace de 0.5 à 1.0 centimètre environ entre l'extrémité de la nageoire et le coude de la bague. Le numéro de la bague doit être vers le haut afin de faciliter la lecture.
- Placer la pince avec rapidité, mâchoire ouverte, à l'emplacement voulu et serrer sans agitation mais fermement.
- Enlever la pince et vérifier si la bague a été correctement posée (la partie pointue de la bague doit venir s'enclencher dans les ouvertures prévues)
- L'opération terminée, s'écarter doucement de la tortue.
- Renseigner la fiche terrain.



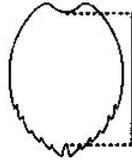
Nageoire antérieure d'une tortue et localisation de la bague

3. Protocole de mesure de la carapace

Après l'opération de lecture ou pose de bague, l'éco-garde procède à la mesure de la carapace. La tortue est mesurée par la méthode CCL (Longueur Courbe Carapace) à l'aide d'un mètre ruban souple, type mètre ruban de couturière (dont la partie métallique est enlevée afin d'augmenter la précision). La mesure de la carapace débute au niveau du liseré blanc séparant la peau du cou de la carapace et se termine dans l'encoche formée par les deux dernières écailles marginales (formant un « W »). L'échancrure est moins visible lorsque la carapace est usée.

- Placer le début du mètre ruban à la limite cou-carapace et le dérouler sur toutes les écailles vertébrales en enlevant les obstacles (sable,...).
- Pincer avec l'ongle le mètre ruban au niveau de l'échancrure arrière de la carapace et s'écarter de la tortue.
- Lire la mesure.
- Répéter (si possible) l'opération une deuxième fois et comparer les différents relevés. La mesure est notée à 5 millimètres près.

Si la mesure est effectuée sur une carapace comprenant des irrégularités, ces éléments doivent être notifiés et l'on déterminera par la suite si cette donnée peut être exploitée dans l'analyse selon les objectifs du projet.



Mesure de la carapace, CCL (Bolten, 1999)



Mesure de la carapace à l'aide d'un mètre ruban (©Bwără)

4. Protocole de transfert de nid

Le transfert d'un nid est réalisé selon l'évaluation de l'éco-garde. Après la ponte, il détermine si le nid se situe dans un environnement présentant un risque certain d'échec d'incubation. Le transfert d'un nid peut engendrer une mortalité importante des embryons, il doit donc être entrepris en dernier recours et avec beaucoup de précaution.

Selon la plupart des recommandations en matière de protocole de transfert de nids, il est conseillé d'effectuer cette manipulation dans les 2 heures qui suivent la ponte (Mortimer, 1999; Bentivegna et al., 2005) en gardant la même orientation des œufs et de minimiser le plus possible l'agitation de ceux-ci afin que l'embryon ne se décolle pas de la coquille (Rimblot, 1986; Abella et al., 2007). Le succès du transfert du nid découle principalement de la prise en compte de ces deux précautions (Abella et al., 2007).

Avant toute manipulation, il est nécessaire de choisir un nouveau lieu d'implantation du nid. Ce choix doit être déterminé selon les paramètres les plus fidèles possible à l'emplacement initial du nid. Ainsi, doivent être pris en compte les critères :

- d'ensoleillement,
- de granulométrie du sable,
- de végétation.

Il est impératif que l'emplacement choisi ait un faible risque d'immersion du nid en cas de forte marée ou de forte houle (Taylor, 2007).

Ensuite, les œufs du nid à déplacer sont collectés :

- Disposer une légère couche de sable dans les boîtes d'œufs (boîte de 36 œufs en carton) qui serviront de réceptacle.
- Creuser jusqu'à découvrir le 1^{er} œuf, et mesurer la profondeur du nid par rapport à la surface. En parallèle à l'extraction des œufs dans le nid d'origine, une seconde personne se charge de creuser un trou sur le nouvel emplacement à 70 centimètres de profondeur dans un premier temps correspondant à la profondeur moyenne du fond d'un nid. La manipulation des œufs doit se faire avec des gants (South-Carolina-Department, 2007). Dans le nid, les œufs sont disposés sur plusieurs couches et devront être déposés dans le nouveau nid au même niveau de couche où ils étaient positionnés dans le nid initial afin de reproduire au mieux le nid naturel.
- Sortir chaque œuf un par un les placer dans la boîte dans l'ordre d'extraction. Sur la boîte, indiquer le numéro « 1 » pour le premier œuf prélevé. Puis, placer les œufs suivants les uns à la suite des autres de gauche à droite. Un espace vide entre deux œufs indique le début d'une nouvelle couche.
- Une fois la première boîte remplie, la parsemer d'un peu de sable humide extrait du nid. Les boîtes suivantes seront placées au-dessus de la première boîte lors du transport des œufs.
- A la fin du retrait de tous les œufs, noter le diamètre et la profondeur de la chambre et reboucher le trou.
- Transporter les boîtes à œufs vers le nouvel emplacement. Cette opération doit être réalisée de manière extrêmement délicate, avec précaution et le plus de stabilité possible afin d'éviter au maximum de remuer les œufs.

Puis disposer ces œufs dans le nid artificiel :

- Modifier le nouveau nid selon les mesures exactes prises pour le diamètre du nid initial, la profondeur de la chambre, la distance entre l'œuf le plus haut et la surface (Abella et al., 2007). Le respect de ces caractéristiques permet de recréer un nid le plus fidèle possible au nid d'origine.
- Une fois le nid achevé, disposer les œufs un à un, et couche par couche. Au cours de cette étape, la fiche terrain relative au transfert de nid doit être renseignée (celle-ci permet de reporter notamment les informations concernant le nombre d'œufs). Les œufs cassés

trouvés ne doivent pas être replacés dans le nouveau nid car il engendrerait le pourrissement des œufs sains (Mortimer, 1999).

- Une fois l'enfouissement terminé, reboucher le nid avec le sable humide extrait lors du creusage. La profondeur entre la surface du sable et l'emplacement de l'œuf le plus haut doit être identique à celle mesurée dans le nid initial. A la surface, tapoter légèrement le sable puis le recouvrir d'une épaisseur de sable sec.

PARTIE 2 : Données à récolter pour un échantillonnage

Protocole de comptabilisation des œufs, calcul du taux de réussite des éclosions et des émergences

Comptabiliser le nombre d'œufs par nid :

- Juste avant le début de la ponte d'une tortue où les conditions sont adéquates pour compter les œufs, au niveau du puit, décaisser si besoin légèrement le sable en prenant bien soin de ne pas toucher la tortue et de ne pas mettre de sable dans le puit. Cette étape permet de mieux visualiser les œufs durant la ponte. Ne pas se disposer trop près du nid afin de ne pas risquer l'effondrement de ce dernier durant la ponte.
- Allumer la lumière rouge et l'orienter seulement vers le puit de ponte.
- Compter le nombre d'œufs du début à la fin de la ponte à l'aide d'un compte tour manuel.
- Si possible, prendre en vidéo la ponte de la tortue. Cette vidéo sera analysée pour déterminer si le nombre d'œufs calculés à l'aide de la vidéo est le même que celui déterminé par le compte tour.



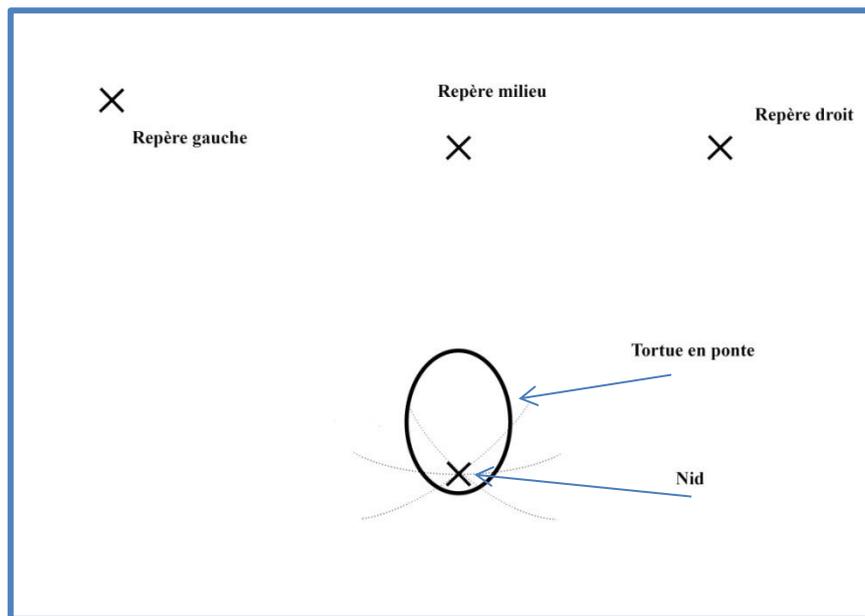
Compte tour manuel

Localiser chaque nid par la méthode de la triangulation :

Chaque nid doit être précisément localisé afin de pouvoir déterminer le temps d'incubation et le taux de réussite des éclosions et émergences. Pour cela, les nids retenus pour l'échantillonnage sont localisés par la méthode de la triangulation.

Après la ponte, l'éco-garde procède de la manière suivante :

- Identifier 3 repères et mesurer leur distance à la position du nid. Les repères sont localisés à l'aide de rubalise et 3 arcs de cercle dessinés (le centre correspond au repère et le rayon a la distance mesurée), leur intersection indique la position des œufs.



Localisation d'un nid par la méthode de triangulation

A partir du 45^{ème} jour d'incubation, les équipes doivent prêter une attention toute particulière à la survenue des émergences sur les nids échantillonnés. 72 heures après l'observation de la dernière émergence, on procède à l'excavation des œufs. Si l'émergence n'est pas repérée, l'excavation se fait après 70 jours d'incubation, car dans certaines conditions le temps de développement des œufs dans le nid peut être plus long (zone ombragée,...). Le temps d'incubation est calculé par rapport à l'émergence principale.

- Localiser les trois repères matérialisés par un morceau de rubalise ;
- Réaliser trois arcs de cercle (centre = repère avec rubalise ; rayon = distance mesurée deux mois auparavant) ;
- Creuser à l'intersection des trois arcs de cercle ;
- Extraire l'ensemble des coquilles d'œufs + nouveau-nés morts ou vivants (bien vérifier qu'il n'en reste plus en raclant les bords du nid).

Les disposer selon différents critères avant de les compter :

- Eclos
- Non éclos :
 - Les œufs non éclos développés (présence d'un embryon clairement visible à l'œil nu et développé à l'ouverture de l'œuf)
 - Les œufs non éclos (pas d'embryon visible à l'ouverture de l'œuf)
 - Prédâtés avant éclosion : Les coquilles ouvertes avec des résidus à l'intérieur

- Nouveau-né vivant dans le nid
- Nouveau-né mort dans le nid

Calculer les taux d'éclosion, d'émergence et le temps d'incubation des nids échantillonnés :

- **Taux d'éclosion** = nombre d'œufs total - nombre d'œufs non éclos / nombre d'œufs total
- **Taux d'émergence** = nombre d'œufs total - nombre d'œufs non éclos - nombre de juvéniles morts dans le nid - nombre de juvéniles vivants dans le nid / nombre d'œufs total

Nombre d'œufs total = nombre d'œufs pondus déterminé lors de la ponte à l'aide du compte tour et/ou de la vidéo

- **Le temps d'incubation** est déterminé par rapport à l'émergence principale
- Les données récoltées sont ensuite retranscrites sur les fiches terrain « échantillonnage » et reportées sur la base de données informatique.